



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE,  
PARA LA COMUNIDAD EL ESPINAL, MUNICIPIO DE ESTELI,  
DEPARTAMENTO DE ESTELI”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Alfredo César Rodríguez Gómez

Br. Gersan Antonio Polanco Valenzuela

Br. Marcia Julissa Obregón Cerrato

**Tutor**

MSc Ing. José Ángel Baltodano M

Managua, Enero 2020



## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo documental primeramente a Dios, por darme el privilegio de gozar de un día más de vida, por la sabiduría que me brindo para lograr finalizar este documento.

A mis padres porque gracias a su sacrificio y esfuerzo tuve la oportunidad de finalizar mis estudios universitarios.

A mi esposa y mis hijas, por ser el motor que me impulsan a diario por ser mejor esposo, padre, amigo y profesional.

A todos los maestros que estuvieron presente en mi formación escolar y universitaria, a ellos por creer en mí y dedicar su vida al bien de los demás.

Por último, a mis compañeros de trabajo y personal de la empresa por permitirme dedicar tiempo a finalizar mi monografía y a mis compañeros de equipo de trabajo monográfico porque nos supimos apoyar los unos a los otros de una manera excepcional en todo momento.

Br. Alfredo Cesar Rodríguez Gómez

.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi madre, mi fuerza, mi todo.

Br. Gersán Antonio Polanco Valenzuela

.

## **DEDICATORIA**

Es de mi agrado dedicar este trabajo monográfico en primer lugar a Dios por permitirnos llegar a este momento tan importante y anhelado.

Dedicado a mis padres por su esfuerzo para ayudarme a concluir mis estudios universitarios y apoyarme incondicionalmente a alcanzar mis metas personales.

A Proyecto Miriam por haberme becado durante mis años universitarios y haberme inculcado una educación integral y formar en mí, una mujer empoderada.

A mis hermanos mayores, quienes también siempre me apoyaron en todas mis necesidades.

Dedico también a mi hija, quien es la persona que me motiva a esforzarme y dar lo mejor de mí. Y para quien quiero ser un buen ejemplo.

Y a mis maestros y guías universitarios, quienes nos han transmitido todos sus conocimientos con el corazón y nos dieron la oportunidad de alcanzar el sueño de convertirnos en ingenieros.

Br. Marcia Julissa Obregón Cerrato

## **AGRADECIMIENTOS**

Hemos dado por finalizado nuestro proyecto monográfico, con la bendición de Dios todo poderoso, que nos permitió cumplir este sueño.

Queremos agradecer a la Alcaldía Municipal de Estelí, por dejarnos participar en la formulación de este proyecto, confiando en nuestras capacidades y darnos la oportunidad de contribuir a la sociedad participando en la formulación de este hermoso proyecto, que traerá la dicha de tener acceso a agua potable hasta la puerta de la casa y mejorar la calidad de vida de las personas de la comunidad El Espinal.

Agradecimientos especial al Ing. Jorge Lazo Navarro, quien nos compartió sus conocimientos y facilitó las herramientas para poder ejecutar los estudios en el sitio. Muchas gracias por su amabilidad y disposición.

También queremos agradecer a la comunidad El Espinal, quienes colaboraron con el mayor desempeño y disposición en la realización del censo poblacional en toda la comunidad, por su apoyo con la alimentación durante el proceso de levantamiento topográfico. Gracias por todo el cariño que nos dejaron sentir mientras estuvimos en el lugar.

Agradecemos a todas las instituciones que nos permitieron acceder a toda la información que necesitamos para completar nuestro documento monográfico. Así mismo a la UNI y los maestros que nos han apoyado en revisar con esmero y dedicación este documento.

Para finalizar, agradecemos a nuestros jefes y empresas donde laboramos, por permitirnos tomar el tiempo para dedicarlo a este estudio. Y a todas las personas que de manera indirecta y directa nos facilitaron, llegar al final.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento muestra el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad El Espinal municipio de Estelí departamento de Estelí. En el que se retoma como criterio principal la viabilidad y sostenibilidad; ya que el sistema quedará a cargo de la localidad.

La comunidad tiene una población de 388 habitantes distribuidos en 108 viviendas (4 hab/vivienda), con una proyección a 20 años de 636 personas; actualmente presenta problemas con el abastecimiento de agua, abasteciéndose de pozos excavados a mano con altos riesgos de contaminación; por lo que la población demanda un sistema de abastecimiento de agua potable que les garantice la salud. El estudio inicia con la identificación del proyecto donde se aborda la situación actual de la comunidad, la cual se abastece de agua de pozos excavados a mano y un pozo perforado.

Producto de la encuesta socioeconómica realizada y la recopilación de información, se determinó que el problema central de la comunidad de El Espinal, es la incidencia de enfermedades diarreicas y parasitarias, provocadas por el consumo de agua de mala calidad, malos hábitos de higiene y la disposición de excretas al aire libre.

En el diseño del proyecto de agua potable se realizó un análisis de la demanda de consumo de agua, usando una dotación de 60 l/hab/día y un 20% de pérdidas como lo indican las normas técnicas rurales del INAA; determinando una demanda actual de 0.87 l/s y una demanda futura para el año 20 de 1.43 l/s. Con el proyecto se garantizará el vital líquido al 100% de la población, partiendo con una demanda inicial de 27.65 m<sup>3</sup>/día y alcanzando una demanda futura para el año 20 de 45.79 m<sup>3</sup>/día. El análisis hidráulico se realizó en el programa EPANET y de acuerdo con los resultados del estudio realizado en la comunidad, ésta presenta condiciones favorables para la implementación de un sistema de agua potable.

## INDICE GENERAL

### Contenido

<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general: .....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
<b>CAPÍTULO II DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO .....</b>	<b>5</b>
2.1 Caracterización del municipio de Estelí.....	5
2.1.2 Microlocalización.....	5
2.1.3 Referencia Geográfica .....	5
2.1.4 Posición geográfica.....	5
2.1.5 Población .....	5
2.1.6 Categoría de pobreza .....	5
2.2 Caracterización de la comunidad .....	6
2.2.1 Breve reseña de la comunidad.....	6
2.2.2 Límites .....	8
2.2.3 Clima.....	9
2.2.4 Relieve (Geomorfología) .....	9
2.2.5 Acceso, a la comunidad .....	9
2.2.5.1 Vialidad .....	9
<b>CAPÍTULO III CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO .</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Criterios técnicos de diseño .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Especificaciones técnicas de materiales y equipos. ....</b>	<b>11</b>
3.2.1 Especificaciones técnicas de materiales y equipos. ....	11
3.2.1.1 Equipo de bombeo. ....	11
3.2.1.2 Columna.....	11



3.2.1.3 Cable de alimentación. ....	11
3.2.1.4 Plato soporte de descarga. ....	12
3.2.2 Tubería. ....	12
3.2.2.1 Excavación. ....	12
3.2.2.2 Instalación de tubería y accesorios. ....	13
3.2.2.3 Instalación de válvulas y accesorios. ....	13
3.2.2.4 Encofrado y arriostramiento. ....	14
3.2.2.5 Remoción de agua. ....	14
3.2.2.6 Relleno y compactación. ....	14
3.2.2.7 Colocación y disposición de materiales excavados. ....	14
3.2.2.8 Prueba hidrostática. ....	15
3.2.2.9 Desinfección. ....	16
3.2.2.10 Bloques de reacción. ....	16
3.2.2.11 Restauración de la superficie. ....	16
3.2.2.12 Cruce de cauce. ....	16
3.2.3 Instalación de conexiones domiciliarias. ....	17
3.2.3.1 Excavación. ....	17
3.2.3.2 Instalación de tubería. ....	17
3.2.3.3 Caseta de controles eléctricos y cloración. ....	17
3.2.3.4 Materiales. ....	17
3.2.3.5 Movimiento de tierra. ....	18
3.2.3.6 Construcción de tanque de concreto ciclópeo sobre suelo. ....	19
3.2.3.7 Concreto reforzado. ....	19
3.2.4 Concreto ciclópeo. ....	19
3.2.4.1 Materiales. ....	20
3.2.4.2 Almacenamiento de materiales. ....	21
3.2.4.3 Colocación del acero de refuerzo. ....	21
3.2.4.4 Dosificación y mezcla. ....	22
3.2.4.5 Colocación del concreto. ....	22
3.2.4.6 Curado del concreto. ....	23
3.2.5 Excavación. ....	23
3.2.5.1 Limpieza. ....	24
3.2.6 Partes a ser construidas de concreto. ....	25
3.2.6.1 Curado del concreto. ....	25
3.2.6.2 Acabado de superficies expuestas. ....	25
3.2.7 Trabajos defectuosos. ....	25
3.2.8 Pruebas. ....	26

3.2.9 Acabado interno de paredes .....	26
3.2.10 Escalera interior. ....	26
3.2.11 Boca de inspección.....	27
3.2.12 Respiradero. ....	27
3.2.13Tubería de entrada, salida y limpieza.....	27
3.2.14 Rebosadero. ....	27
3.2.15 Pintura. ....	27
<b>CAPÍTULO IV MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>28</b>
4.1 Estudio socioeconómico. ....	28
4.2 Levantamiento topográfico.....	28
4.2.1Topografía.....	28
4.3 Fuentes de abastecimiento .....	28
4.4 Demanda. ....	29
4.5 Línea de conducción.....	30
4.5.1 Línea de conducción por bombeo.....	30
4.6 Almacenamiento .....	30
4.7 Tanque de alimentación.....	30
4.7.1 Tanque de excedencias .....	31
4.8 Red de distribución .....	31
4.9 Sistemas de ramales abiertos .....	31
4.10 Análisis ambiental .....	31
4.10.1 Hidrogeología .....	32
4.10.2 Geología.....	32
4.10.3 Hidrología.....	32
4.11 Obras de captación.....	32
4.11.1 Manantial.....	32
4.11.2 Pozo .....	33
4.11.3 Pozo perforado.....	33
4.12 Bomba .....	33
4.12.1 Bombas centrifugas verticales .....	33
4.13 Estaciones de bombeo .....	33
4.14 Conexión de bombas sarta .....	33

4.15 Cloración .....	34
4.16 Golpe de ariete .....	34
4.17 Modelación en EPANET .....	34
4.18 Evaluación de emplazamiento .....	35
4.19 Costo y presupuesto .....	36
<b>CAPÍTULO V DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>37</b>
5.1 Estudio socioeconómico. Ver anexo VI .....	37
5.2 Levantamiento topográfico .....	38
5.3 Evaluación de fuente de abastecimiento .....	38
5.4 Evaluación ambiental .....	39
5.5 Estudio poblacional .....	40
5.5.1 Tasa de crecimiento .....	40
5.5.2 Periodo de diseño .....	40
5.5.3 Población de diseño .....	40
5.6 Variaciones de consumo .....	41
5.6.1 Línea de conducción por bombeo .....	41
5.6.1.1 Diámetro de línea de conducción .....	41
5.6.2 Golpe de ariete .....	42
5.7 Diseño del sistema de agua potable y saneamiento .....	42
5.7.1 Levantamiento topográfico .....	42
5.7.2 Estudio hidrogeológico .....	43
5.7.3 Diseño hidráulico del sistema .....	43
5.7.4 Cálculo de población .....	43
5.7.5 Dotación de agua .....	44
5.7.6 Estaciones de bombeo .....	44
5.7.7 Fundaciones de equipos de bombeo .....	44
5.7.8 Equipo de bombeo y motor .....	45
5.7.8.1 Bombas verticales .....	45
5.7.8.2 Energía .....	45
5.7.8.3 Diseño de bomba .....	45
5.8 Almacenamiento .....	46
5.8.1 Tanque sobre el suelo de mampostería. (Ver anexo XI. P V) .....	46
5.9 Tratamiento y desinfección .....	47
5.9.1 Calidad del agua .....	47
5.9.2 Aplicación de cloro .....	47

5.9.3 Tiempo de contacto .....	47
5.10 Procedimiento de diseño.....	49
5.10.1 Red de distribución.....	49
5.10.1.1 Diámetro mínimo.....	49
5.10.1.2 Análisis y cálculo hidráulico de la red.....	49
5.10.1.3 Presiones máximas y mínimas.....	49
5.10.1.4 Velocidades permisibles en tuberías.....	50
5.10.1.5 Cobertura de tuberías .....	50
5.10.1.6 Variaciones de consumo.....	50
5.11 Emplazamiento ambiental.....	50
5.12 Diseño hidráulico del sistema .....	50
5.12.1 Elaboración de planos .....	51
5.12.2 Especificaciones técnicas de construcción .....	51
5.12.3 Elaboración del presupuesto .....	51
<b>CAPÍTULO VI RESULTADOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>52</b>
6.1 Resultados socioeconómicos.....	52
6.1.1 Población y sus características .....	52
6.1.1.1 Población.....	52
6.1.1.2 Vivienda.....	53
6.1.1.3 Situación actual del suministro de agua .....	54
6.1.1.5 Disposición de excretas .....	58
6.1.1.6 Educación.....	59
6.1.1.7 Organización comunitaria .....	60
6.1.1.8 Situación Ocupacional .....	62
6.1.1.9 Ingreso mensual por familia .....	62
6.1.1.10 Servicios básicos .....	62
6.1.1.11 Aforo y calidad de agua .....	63
6.2 Análisis de ambiental .....	64
6.2.1 Evaluación de emplazamiento.....	64
6.2.2 Análisis de la calidad ambiental del área de influencia del proyecto ..	67
6.2.3 Posibles impactos esperados con el proyecto .....	68
6.3 Construcción de un miniacueducto por bombeo eléctrico .....	70
6.3.1 Estudios topográficos. ....	70
6.3.2 Componente de agua potable .....	70
6.3.3 Fuente de abastecimiento .....	71
6.3.4 Proyección de población y consumo .....	72

6.3.5 Obra de captación .....	75
6.3.5.1 Diseño de bomba .....	77
6.3.5.2 Golpe de ariete. ....	79
6.3.6 Línea de conducción .....	80
6.3.6.1 Presiones en la línea de conducción .....	81
6.3.7 Régimen de bombeo .....	82
6.3.8 Velocidades en la línea de conducción.....	82
6.3.9 Tanque de almacenamiento .....	82
6.3.10 Tratamiento químico del agua (desinfección). Ver anexo VI, VII y VIII .....	83
6.3.10.1 Red de distribución .....	86
6.3.10.2 Nivel de servicio.....	93
6.4 Costo total del proyecto .....	94
6.5 Costos de administración, operación y mantenimiento .....	94
<b>Conclusiones.....</b>	<b>96</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>98</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>99</b>

## INDICE DE ANEXOS

Anexo I:Costos de administración anual.....	II
Anexo II:Costos de operación anual .....	III
Anexo III:Costos de mantenimiento anual .....	IV
Anexo IV:Presupuesto del Proyecto .....	V
Anexo V:Formato de encuesta socioeconómica de agua y saneamiento. ....	XII
Anexo VI: Análisis de metal pesado .....	XVII
Anexo VII: Análisis físico químico para potabilidad.....	XVIII
Anexo VIII: Análisis bacteriológico sanitario .....	XIX
Anexo IX: Informe de prueba de bombeo .....	XX
Anexo X: Esquema de Golpe de Ariete .....	XXIV
Anexo XI:Planos.....	XXV

## INDICE DE TABLAS

Tabla N.º 1: Período de Diseño .....	10
Tabla N.º 2: Pérdida de agua en la Tubería.....	16
Tabla N.º 3: Proyectos Categoría II Y III.....	36
Tabla N.º 4: Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.P.P.M (Una parte por millón de cloro a diferentes volúmenes de agua.) .....	48
Tabla N.º 5: Coeficiente de rugosidad .....	50
Tabla N.º 6: Población.....	53
Tabla N.º 7: Rango de edades de la población.....	53
Tabla N.º 8: Estado de la vivienda.....	53
Tabla N.º 9: Abastecimiento de agua .....	55
Tabla N.º 10: Acarreo del agua .....	55
Tabla N.º 11: Calidad del agua.....	57
Tabla N.º 12: Características físicas del agua .....	57
Tabla N.º 13: Situación del saneamiento básico.....	58
Tabla N.º 14: Estado de las letrinas.....	58
Tabla N.º 15: Nivel académico .....	60
Tabla N.º 16: Enfermedades en la población de El Espinal .....	61
Tabla N.º 17: Resultados de calidad de agua.....	63
Tabla N.º 18: Resultados del análisis de emplazamiento en el componente geología .....	64
Tabla N.º 19: Resultados de la evaluación de emplazamiento en el componente ecosistema .....	65
Tabla N.º 20: Resultados de la evaluación de emplazamiento en el componente institucional social .....	65
Tabla N.º 21: Histograma de evaluación de emplazamiento.....	66
Tabla N.º 22: Análisis de los principales problemas ambientales .....	68
Tabla N.º 23: Principales impactos ambientales que genera el proyecto.....	69
Tabla N.º 24: Fuente de abastecimiento.....	71
Tabla N.º 25: Datos para la proyección de la población y consumo .....	72
Tabla N.º 26: Consumo promedio diario.....	73
Tabla N.º 27: Consumo máximo día .....	74
Tabla N.º 28: Consumo máxima hora y almacenamiento .....	75
Tabla N.º 29: Características de línea de impulsión .....	77
Tabla N.º 30: Datos para el diseño de bomba y longitudes equivalentes.....	77
Tabla N.º 31: Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados .....	79
Tabla N.º 32: Tubería de línea de conducción .....	80
Tabla N.º 33: Materiales para fabricar el clorador CTI - 8.....	84
Tabla N.º 34: Consumo de cloro.....	85
Tabla N.º 35: Tubería de red de distribución .....	86

Tabla N° 36: Velocidades en la red de distribución.....	91
Tabla N° 37: Análisis hidráulico en EPANET (Cero consumo) .....	92
Tabla N° 38: Análisis hidráulico en EPANET (Máximo consumo) .....	93
Tabla N° 39: Costos de administración, operación y mantenimiento .....	95

## **INDICE DE GRAFICOS**

Gráfico N° 1: Población .....	52
Gráfico N° 2: Estado de la vivienda .....	54
Gráfico N° 3: Abastecimiento de agua .....	55
Gráfico N° 4: Acarreo del agua .....	56
Gráfico N° 5: Calidad del agua .....	57
Gráfico N° 6: Características físicas del agua .....	58
Gráfico N° 7: Situación de letrinas .....	59
Gráfico N° 8: Estado de letrinas .....	59
Gráfico N° 9: Nivel académico .....	60
Gráfico N° 10: Gráfico de las enfermedades en la población de El Espinal .....	61
Gráfico N° 11: Actividades económicas de la comunidad de El Espinal .....	62
Gráfico N° 12: Presión en la línea de conducción .....	81
Gráfico N° 13: Presiones en la red de distribución del tanque salida hacia Estelí .....	88
Gráfico N° 14: Presiones en la red de distribución del tanque hacia la comunidad de Zompopera .....	89

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura N° 1: Mapa de Macro localización .....	7
Figura N° 2: Mapa de Micro Localización .....	8
Figura N° 3: Esquema de un clorador CTI - 8 .....	84

## **LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS**

IVA: Impuesto al valor agregado.

VAC: Valor actual de consumo.

ICE: Índice costo efectividad.

ACI: American concrete institute.

ASTM: American society for testing and materials.

CAPRE: Comité coordinador regional del instituto de agua y saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.

CAPS: Comité de agua potable y saneamiento.

CETA: Centro de educación técnica agropecuaria.

CPC: Concejo del poder ciudadano.

CEMA: Control y erradicación de la malaria y el Aedes.

CARE: Cooperación de ayuda de remesas del exterior

CMD: Consumo máximo día.

CMH: Consumo máxima hora.

CPD: Consumo promedio diario.

CPDT: Consumo promedio diario total.

ENACAL: Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

ENEL: Ministerio de transporte e infraestructura.

ENITEL: Empresa nicaragüense de telecomunicaciones.

EDA: Enfermedades Diarreicas Agudas.

FISE: Fondo de inversión social de emergencia.

GPS: Siglas en ingles global positioning system, sistema de posicionamiento global.

Ho. Go: Hierro galvanizado.

Ho. Fo: Hierro fundido.

INAA: Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

IDH: Índice de desarrollo humano.

INEC: Instituto nacional de estadísticas y censos.

INIFOM: Instituto nicaragüense de fomento.



IRA: Infecciones respiratorias agudas.  
LFV: Letrina de foso ventilado.  
NE: Nivel estático.  
MABE: miniacueducto por bombeo eléctrico.  
MAG: Miniacueducto por gravedad.  
MCT: Ministerio de construcción y transporte.  
MINSA: Ministerio de salud.  
MTI: Ministerio de transporte e infraestructura.  
MINED: Ministerio de educación.  
ONGs: Organismos no gubernamentales.  
OMS: Organización mundial de la salud.  
PVC: Cloruro de polivinilo.  
PC: Pozos comunales.  
PCEM: Pozos comunales excavados a mano.  
PCP: Pozos comunales perforados.  
PEM: Pozos excavados a mano.  
PFEM: Pozos familiares excavados a mano.  
PP: Pozos perforados.  
SNIP: Sistema nacional de inversiones públicas

## GLOSARIO

**Cloración:** Es la aplicación de cloro al agua, generalmente con fines de desinfección.

**Clorador:** Es un dispositivo para aplicar cloro al agua en proporción conocida y controlada.

**Corte:** Es la excavación que se realiza en terreno natural para las fundaciones y tuberías de los componentes del proyecto.

**Cemento:** Es un material que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados inertes y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuada.

**Conexiones domiciliarias:** Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones.

**Estación total:** instrumento que combina un teodolito y un instrumento EDM, (por tanto, tiene capacidad para medición angular y de distancia). Conocido también como taqueómetro o taquímetro.

**Especificaciones:** En general se denomina con este nombre a la compilación de estipulaciones y requisitos detallados para la construcción de las obras de un proyecto o el suministro de bienes y servicios.

**Golpe de ariete:** Se denomina a la sobrepresión que reciben las tuberías, por efecto del cierre brusco del flujo de agua.

**GPS:** Siglas en ingles globales positioning system, sistema de posicionamiento global consiste en satélites artificiales y equipo terrestre que se emplea para convertir señales de radio emitidas por satélites en posiciones tridimensionales sobre la superficie terrestre.

**Impacto ambiental:** Acción o serie de acciones que tiene un efecto sobre el medio ambiente.

**Niple:** Tubería que no tiene la longitud completa de fabricación.

**Obras de conducción:** Estas se encargan de transportar el agua captada desde la fuente hasta el lugar de su almacenamiento, de su tratamiento o distribución.

**Obras de regularización y almacenamiento:** En estas estructuras se almacena el agua que no se consume en las horas de demanda mínima, para aprovecharla después en las horas de máximas demandas. Además del volumen de regularización, sirven para almacenar un volumen adicional.

**Obras de purificación:** Cuando las condiciones del agua no son las adecuadas, se recurre a las obras de purificación que la adecúan a los fines requeridos.

**Obras de distribución:** Esta tiene como objeto repartir el agua en los volúmenes y presiones adecuadas a los distintos sectores y calles de la comunidad.

**Prismoide:** Figura sólida con caras paralelas unidas por superficies planas o con una curvatura continua.

**Plomada óptica:** Dispositivo especial del telescopio con el cual el topógrafo puede visar verticalmente desde el centro de un instrumento hasta el terreno sobre el cual está apoyado el instrumento.

**Teodolito:** Es un instrumento para la medición de ángulos que tiene tres tornillos de nivelación, círculo vertical y horizontal que se pueden leer en forma directa o con un micrómetro óptico. También los mismos instrumentos que presentan los resultados de las lecturas angulares en pantallas digitales.

**Topografía:** Es la ciencia de la determinación de las dimensiones y características tridimensionales de la superficie terrestre a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

**Taquimetría:** Mediciones rápidas

## **CAPÍTULO I GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

El agua es un elemento esencial para la vida humana, para la salud básica y para la supervivencia, así como para la producción de alimentos y para las actividades económicas. En algunos casos el agua no se ha considerado como lo que realmente es: un bien común universal, patrimonio vital de la humanidad.

El acceso al agua debe ser considerado como un derecho básico, individual y colectivamente inalienable. Este recurso es importante tanto en el área urbana como para el área rural ya que de éste dependen todas las actividades de la población.

Sin embargo, en la comunidad de El Espinal, municipio de Estelí, departamento de Estelí, presenta dificultades en el acceso del agua de consumo humano, ya que las fuentes existentes y ojos de agua disminuyen su caudal con facilidad en época de verano y no abastecen a toda la población.

Para llevar el vital líquido a los pobladores en calidad y cantidad es necesario proporcionar sistemas de abastecimiento capaces de funcionar eficazmente.

La red de abastecimiento de agua potable “es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua potable”.

Para mejorar esta situación se pretende diseñar un sistema de conducción, distribución y almacenamiento de agua potable. Dicho sistema se abastecerá por un pozo perforado ubicado en la comunidad de El Espinal, esto debido a que se adolece de un sistema de conducción, almacenamiento y red de distribución de agua potable que asegure el volumen y la calidad, de acuerdo a las demandas de consumo de la población usuaria de este servicio.

## **1.2 Antecedentes**

Durante años la población de la comunidad de El Espinal se ha abastecido de agua de pozos excavados a mano y en el año 2003 se ejecutó el proyecto puesto de salud y un área pública con lavaderos y baños, financiado por la ONG “No te Quedes al Margen” España.

Estos lavaderos y baños se construyeron cerca de un manantial ubicado en la parte céntrica de la comunidad; cabe señalar que el agua de esta fuente es exclusivamente para uso doméstico ya que no es apta para consumo humano.

En el año 2010 la alcaldía municipal de Estelí, perforo un pozo e instalo una bomba manual, con el fin de que los pobladores pudieran suplir sus necesidades y poder desarrollar un sistema de agua potable en un futuro; ya que el pozo cuenta con la profundidad y el caudal necesario para ello; también la comunidad fue beneficiada con la apertura de un puesto de salud y pozo público (en el mismo sitio) con duchas y lavaderos donde las personas pueden bañarse y lavar su ropa.

### **1.3 Justificación**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 80% de todas las enfermedades infecciosas en el mundo están asociadas al agua en malas condiciones. Todos los días, las enfermedades diarreicas causan unas 6000 muertes, la mayoría de las cuales son de niños menores de 5 años. (Ingeniería Sin Fronteras, 2005).

Las enfermedades diarreicas agudas en los niños en Nicaragua son causadas principalmente por virus o parásitos y en menor frecuencia por bacterias. El principal modo de transmisión es la contaminación fecal del agua y los alimentos. Cuando las heces no se disponen adecuadamente, el contagio puede ser por contacto directo o por medio de los animales. Este problema de salud es una de las principales causas de muerte entre los niños menores de 5 años.

La comunidad El Espinal no cuenta con un sistema de agua potable por lo que los habitantes de esta comunidad se abastecen del vital líquido de un puesto público (pozo existente con bomba manual), también existen familias que se abastecen de pozos privados, ubicados dentro de los terrenos de algunos propietarios, sin ningún tipo de tratamiento de cloración lo que conlleva a que los pobladores contraigan diversas enfermedades. Estas son las principales fuentes usadas mayormente para el consumo humano y labores de la cocina, lavado de ropa, aseo personal.

Llevando a cabo este proyecto se pretende resolver el problema de la falta de agua potable y beneficiar directamente a la población de la comunidad.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general:**

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable (Miniacueducto por Bombeo Eléctrico), para la comunidad El Espinal, municipio de Estelí, departamento de Estelí.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Realizar el estudio socioeconómico de la comunidad El Espinal para conocer las necesidades básicas y situación actual de la población.
2. Efectuar el levantamiento topográfico del área donde se ejecutará el del proyecto.
3. Evaluar las posibles fuentes de abastecimiento mediante estudios de cantidad y calidad del agua.
4. Realizar el cálculo de las dimensiones de las obras hidráulicas del miniacueducto por bombeo eléctrico y el análisis de la red mediante el uso del software EPANET.
5. Elaborar planos y especificaciones técnicas para la ejecución del sistema propuesto.
6. Estimar los costos directos de ejecución de la obra.
7. Generar evaluación de emplazamiento ambiental en el sitio del proyecto y el entorno donde se propone ubicar el proyecto.

## **CAPÍTULO II DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO**

### **2.1 Caracterización del municipio de Estelí**

El municipio de Estelí se localiza a 148 kilómetros al norte de la ciudad capital Managua, tiene una superficie de 795.7 km<sup>2</sup> y una población de 107,458 habitantes con una densidad poblacional de 135 hab/km<sup>2</sup>. La ciudad de Estelí es conocida como "El diamante de las Segovia". (Fuente: INIFOM).

La topografía del municipio de Estelí es ondulada con elevaciones montañosas y mesetas de considerable altura.

El relieve es variado, el cual está condicionado a las particularidades morfo estructurales que presenta el territorio. La altura sobre el nivel del mar es de 843.97 msnm

#### **2.1.2 Microlocalización**

Estelí limita al norte con Condega, al sur con La Trinidad, San Nicolás y El Sauce (León), al este con Yalí (Jinotega) y La Concordia (Jinotega) y al oeste con Achupapa (León) y San Juan de Limay.

#### **2.1.3 Referencia Geográfica**

La comunidad de El Espinal pertenece al municipio de Estelí, departamento de Estelí, ubicada a 12.7 Km de la cabecera municipal del mismo nombre, a 6.2 km de la comunidad de El Naranjo, carretera panamericana y a 147.7 km de Mangua.

#### **2.1.4 Posición geográfica**

A mayor escala, podemos precisar que la comunidad El Espinal, se encuentra localizada en las coordenadas UTM 578347.423; 1441554.0237.

#### **2.1.5 Población**

La población actual de la comunidad es de 388 habitantes, correspondiente a 163 mujeres y 225 hombres, equivalente a 108 familias.

#### **2.1.6 Categoría de pobreza**

a comunidad es considerada como un asentamiento humano espontaneo con altos índices de hacinamiento, construcciones en lugares vulnerables y altos índice de pobreza.



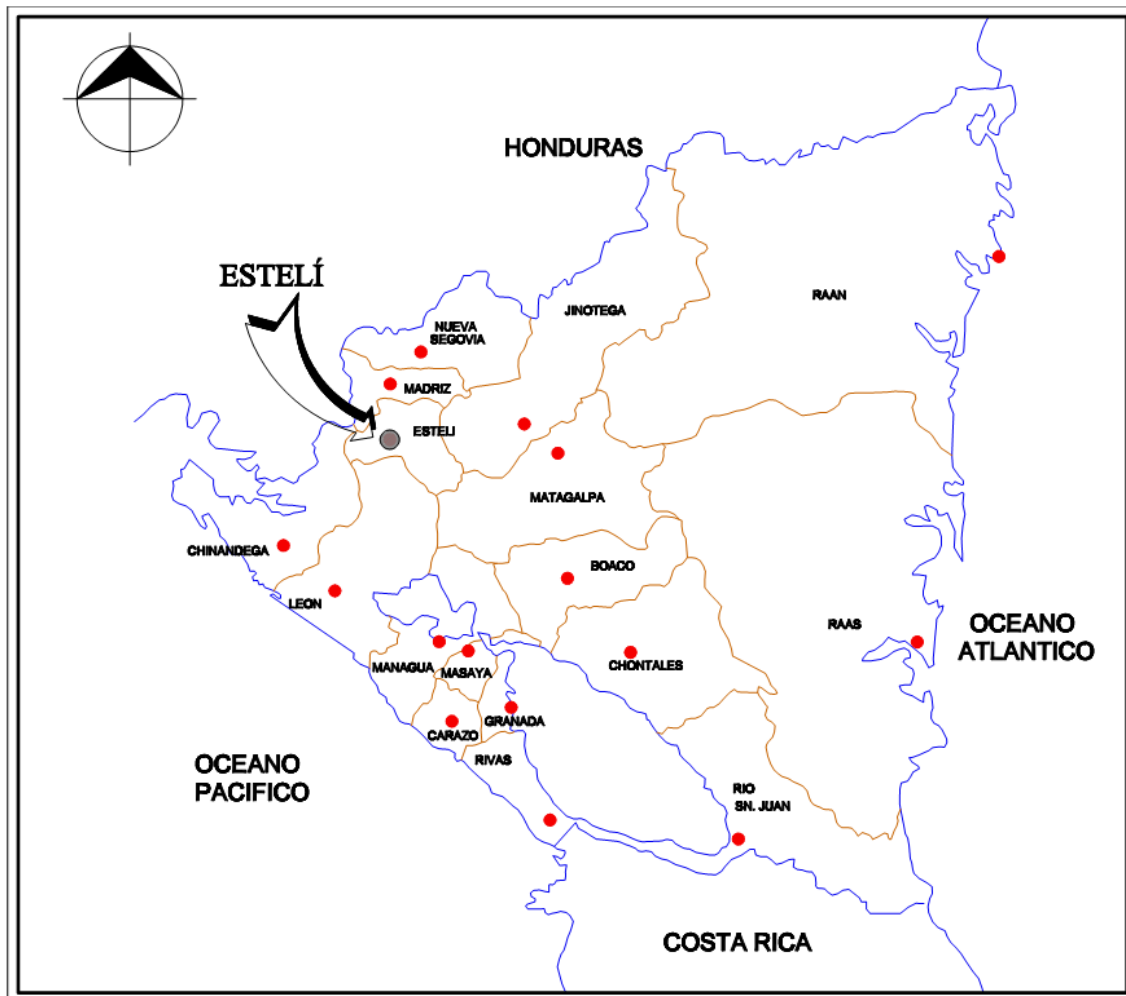
## **2.2 Caracterización de la comunidad**

### **2.2.1 Breve reseña de la comunidad**

La comunidad de El Espinal se encuentra ubicada en el municipio de Estelí, en el departamento de Estelí.

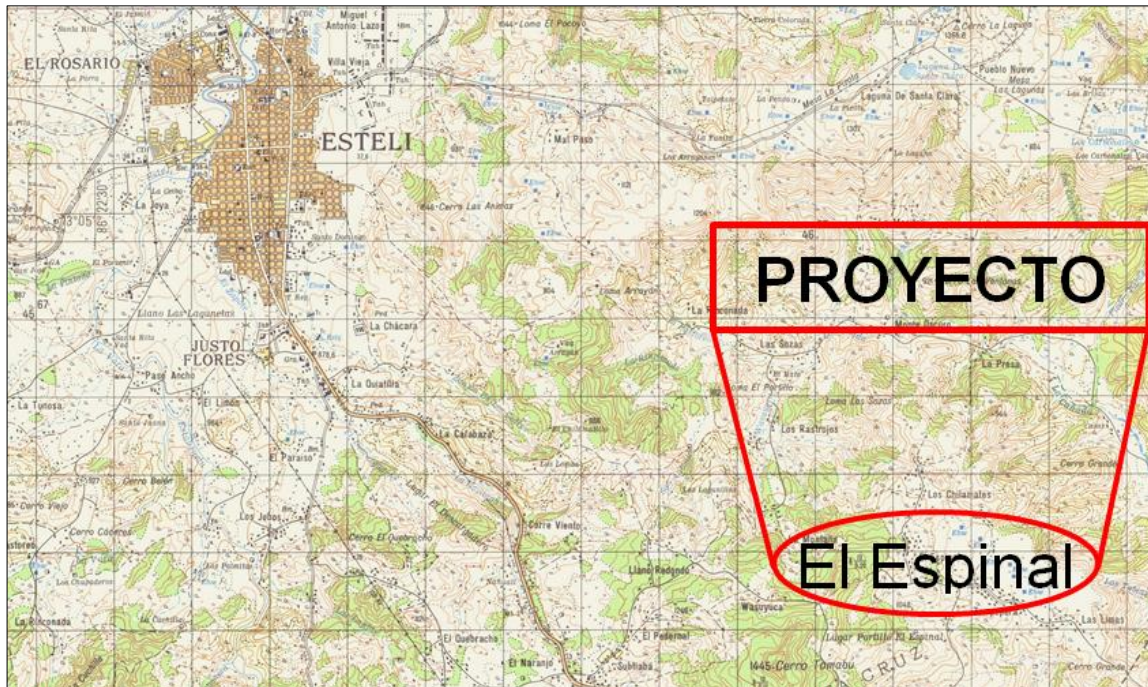
En dicha comunidad la mayoría de la población vive de la agricultura y ganadería. El acceso a la comunidad se da por una carretera de todo tiempo. Una de los mayores problemas que más afectan a la población es el suministro de agua potable, ya que la población se abastece de pozos artesanales que reducen su caudal en la época seca y no cumplen con los parámetros de agua apta para consumo.

**Figura N° 1: Mapa de Macro localización**



Fuente: <https://www.ineter.gob.ni/>.Elaboración propia

**Figura Nº 2: Mapa de Micro Localización**



Fuente: Elaboración propia

### **2.2.2 Límites**

La comunidad de El Espinal, se ubica en el municipio Estelí, departamento de Estelí y sus límites son:

Norte:	Los Chilamates
Sur:	Zompopera
Este:	Las Limas
Oeste:	La Montaña

### **2.2.3 Clima**

El clima que se manifiesta en la comunidad es tropical seco, al igual que todo el municipio de Estelí. Este clima se caracteriza por presentar un régimen de lluvias entre los 1000 y 1,800 mm anuales, con una temperatura media anual de 26°C con un máximo de 32.2°C en el mes de abril y un mínimo de 24.7°C en los meses de noviembre y diciembre. La humedad relativa media anual es aproximadamente de 66.8%, siendo las humedades relativas más bajas se registran en el mes de febrero con 43% y las más altas en el mes de septiembre con 88%.

### **2.2.4 Relieve (Geomorfología)**

El relieve de esta comunidad se caracteriza por presentar una formación de relieve de tipo, zona montañosa cuya altitud varía entre 954 y 1095 msnm; las pendientes son mayores al 15%, características de los sistemas montañosos. En esta zona predomina el cultivo de pastos y la agricultura temporal.

### **2.2.5 Acceso, a la comunidad**

#### **2.2.5.1 Vialidad**

La principal vía de acceso a la comunidad va sobre la carretera panamericana hacia Managua de la salida sur de la ciudad de Estelí 6.5 km hasta la comunidad de El Naranjo y 6.2 carretera de todo tiempo al oeste hasta la comunidad de El Espinal.

## CAPÍTULO III CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO

### 3.1 Criterios técnicos de diseño

Los criterios utilizados en el diseño para los diferentes elementos del proyecto, están de acuerdo a lo establecido en los parámetros de diseños, comprendidos en los documentos siguientes:

NTON 09002-99. 1. Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural.

NTON 09001-99. Norma técnica obligatoria nicaragüense para el Abastecimiento de agua potable en la zona rural.

NTON 09003-99: Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua.

NTON 09003-99: Manual de operación y mantenimiento de sistemas de suministro de agua en el medio rural. Rural - INAA.

GUIA FISE: Guía metodológica para la formulación y diseño de proyectos de agua potable y saneamiento.

**Tabla N.º 1: Período de Diseño**

Tipos de componentes	Período de diseño
Pozos perforados	15 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	20 años

Fuente: NTON 09001-99. Norma técnica obligatoria nicaragüense para el Abastecimiento de agua potable en la zona rural

## **3.2 Especificaciones técnicas de materiales y equipos.**

### **3.2.1 Especificaciones técnicas de materiales y equipos.**

#### **3.2.1.1 Equipo de bombeo.**

El equipo de bombeo estará conformado por bomba y motor sumergible; siendo sus características de operación las siguientes:

Caudal (0.79 l/s).

CTD (484.74pies).

Potencia del Motor (2.5hp).

Los tazones deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto. Con la potencia del motor se debe cubrir todo el rango de operación de la bomba.

Se deberá especificar en la oferta los materiales de construcción de cada una de las partes componentes de la bomba. La misma deberá venir acompañada con la curva de operación.

#### **3.2.1.2 Columna.**

La tubería de columna o de descarga con diámetros de 1 ½" debe ser de hierro galvanizado. Esta debe suministrarse en tramos de 20 pies. Cada tubo debe traer roscas y camisas de unión en ambos extremos. Las roscas deben venir cubiertas por un protector plástico o metálico para evitar daños durante el transporte.

#### **3.2.1.3 Cable de alimentación.**

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser propio para instalaciones que están en contacto directo con el agua. Cada conductor debe estar forrado con un aislamiento de hule.

#### **3.2.1.4 Plato soporte de descarga.**

El soporte de descarga requerido es un plato de 12" de diámetro exterior y un espesor no menor de una pulgada, más un codo de 90 grados. Este debe tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo.

### **3.2.2 Tubería.**

#### **3.2.2.1 Excavación.**

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicadas en los planos. El fondo de la zanja será conformando a mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente planos entre las depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

El ancho de zanjas no será mayor que el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, ni menor de 0.60 metros. Se requiere una cubierta de 1 metro sobre el tubo, salvo que sea necesario evitar obstáculos en cuyo caso se excavará a la profundidad indicada en los planos o lo que indique el supervisor.

Si en el fondo de la zanja se encontrasen materiales inestables, basura o materiales orgánicos, que en opinión del supervisor deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el supervisor.

Los materiales inaceptables como apoyo de la tubería serán removidos y sustituidos por material granular que serán apisonados en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda a  $\frac{1}{4}$  del diámetro interior del tubo.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera se removerá hasta una profundidad de 15 centímetros bajo la superficie inferior del tubo. Después la zanja se rellenará hasta la subrasante con material granular de la manera descrita anteriormente.

#### **3.2.2.2 Instalación de tubería y accesorios.**

Los tubos se colocarán de conformidad con la alineación y de acuerdo a lo indicado en los planos o designados por el supervisor, quien podrá ordenar cambios en alineación y nivel de la tubería, cuando lo considere necesario.

La instalación de la tubería se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante.

Salvo que se indique lo contrario en los planos, el tendido de tubería en curvas se hará flexionando la tubería en las juntas. La deflexión máxima de cada junta no deberá exceder la recomendada por el fabricante.

#### **3.2.2.3 Instalación de válvulas y accesorios.**

Se instalarán las válvulas de compuerta conforme a los sitios indicados en los planos. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá instalarse de tal manera que la tuerca para operar la válvula quede en una posición vertical. Las tapas de los tubos de protección de válvulas se instalarán a ras con la superficie del terreno; las cuales serán construidas en el sitio con la proporción 1:4 una de cemento y cuatro de arena con varillas de  $\frac{1}{4}$  de pulgadas.



#### **3.2.2.4 Encofrado y arriostramiento.**

Cuando se consideren necesarias las zanjas y otras excavaciones, deberán ser encofradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar a los tubos cualquier daño y proteger a los trabajadores en la zanja.

#### **3.2.2.5 Remoción de agua.**

Se utilizará bomba o cualquier otro equipo necesario para remover el agua de las zanjas antes de colocar materiales en ella misma. El constructor deberá disponer del agua, de tal forma que no ocasione daño a la propiedad o inconveniencia al público.

#### **3.2.2.6 Relleno y compactación.**

Salvo que el ingeniero indique lo contrario, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática.

Solamente materiales seleccionados provenientes de las excavaciones deben usarse para relleno a los costados y hasta 30 centímetros sobre la parte superior de la tubería. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no se consideran apropiados para relleno, en opinión del supervisor, el constructor obtendrá por su cuenta en otro sitio, los materiales requeridos.

El relleno de zanja en carreteras y calles debe ser desde 30 centímetros sobre el tubo hasta la rasante, se hará con material de la excavación colocado y apisonado en capas de 0.15 metros. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y piedras de más de 0.10 metros, serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

#### **3.2.2.7 Colocación y disposición de materiales excavados.**

Materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan indebidamente el tráfico de vehículos y peatones en las calles, aceras y entradas a casas.

El ingeniero podrá levantar el relleno sobre zanja hasta una altura de 0.20 m. sobre el nivel del terreno natural con el material de relleno sobrante. Si sobra aún después de éste algún material o éste a juicio del Ingeniero no fuera adecuado para material, estos deberán ser removidos del sitio de la obra a un lugar adecuado, señalado por el ingeniero a cargo de la obra.

#### **3.2.2.8 Prueba hidrostática.**

Después de instalar el tubo y antes de rellenar la zanja, el contratista someterá a prueba, secciones de tubería que no exceda 300 metros de longitud salvo que el supervisor oriente probar secciones más largas. En casos especiales aprobado por el supervisor, la tubería debe probarse a una presión hidrostática de no menor de 160 libras por pulgada cuadrada y se mantendrá esta presión durante no menos de una hora. El constructor instalará los bloques de empuje temporales, tapones, y todo aparato necesario para el ensayo.

Se requiere que todo aire sea expulsado del tubo antes de elevar la presión de prueba, aquí estipulado y con este fin se instalarán llaves maestras donde el supervisor lo considere necesario.

Los tubos y accesorios serán revisados cuidadosamente durante el ensayo a presión y los que se encuentren rajados o dañados serán removidos y reemplazados.

Toda junta será revisada durante la prueba y donde se manifieste filtración o derrame, El contratista reparará las juntas hasta que éstas queden impermeables.

La pérdida de agua de los tubos no debe exceder los siguientes límites por cada 100 juntas.

**Tabla N° 2: Pérdida de agua en la Tubería.**

<b>Diámetro de tubería (pulgadas)</b>	<b>Máximas fugas permisibles (galones/hora/100 juntas)</b>
2 y menos	0.8
3	1.2
6	2.3
6	2.3

### **3.2.2.9 Desinfección.**

Después del ensayo de la tubería se procederá a la desinfección la cual se efectuará llenando la tubería con agua e introduciendo una solución de cloro residual después de 24 horas. El contratista deberá suministrar todo aparato, equipo y cloro necesario, para efectuar la desinfección de la tubería, además de los tubos y equipos que sean necesarios para remover el agua durante el baldeo de la tubería.

### **3.2.2.10 Bloques de reacción.**

Los bloques de reacción de concreto deben colocarse en los sitios designado en los planos en accesorios como tee, codos, reductores, tapones, etc. Todo bloque de reacción se colocará contra tierra firme y las dimensiones de éstos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

### **3.2.2.11 Restauración de la superficie.**

El contratista deberá restaurar a su condición original, toda superficie removida por él, durante la ejecución de la obra.

### **3.2.2.12 Cruce de cauce.**

Cruces de alcantarillas y cauces se harán en los sitios indicados en los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

### **3.2.3 Instalación de conexiones domiciliarias.**

El Ingeniero a cargo de la obra señalará la ubicación exacta de cada una de las conexiones a construir.

#### **3.2.3.1 Excavación.**

El trazado de las conexiones será a 90 grado respecto a la tubería de alimentación de la conexión. Los costados de la zanja deberán ser verticales y el fondo conformado a mano de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme, continuo en toda su longitud; el ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros.

#### **3.2.3.2 Instalación de tubería.**

La perforación de tubería de servicio de agua potable se hará en un costado del tubo en un ángulo de 90 grados respecto al eje vertical. Antes de colocar la silleta o abrazadera, el tubo debe limpiarse con un cepillo hasta dejar la superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente al accesorio. Las tuercas de la abrazadera deben apretarse uniformemente y los suficiente para proveer una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura a la tubería. Después de efectuada la perforación, al agujero debe introducirse un punzón para remover las virutas de material que pueda haber quedado. El detalle de la conexión domiciliar de agua potable aparece en planos.

#### **3.2.3.3 Caseta de controles eléctricos y cloración.**

Los alcances de los trabajos en las paredes de mampostería incluyen la preparación de superficies, la construcción de estructuras de concreto reforzado en las paredes indicadas en los planos: cerramientos de paredes de bloques, piqueteo de superficies de concreto, repello y fino.

#### **3.2.3.4 Materiales.**

- Zinc calibre 26.
- Bloque.
- Cemento.
- Varilla corrugada 3/8" y lisa 1/4".
- Otros.

El cemento a ser utilizado en la fabricación del concreto mortero demandado por las unidades de mampostería y en los acabados, será Portland tipo I, debiendo cumplir con la especificación ASTM-C-150. Será suplido completamente fresco, en su empaque original y sin mostrar evidencias de endurecimiento.

Los agregados deben ser almacenados en forma ordenada, para que no se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materias extrañas. Deben cumplir con las especificaciones ASTM C-33 designados para los agregados de concreto. El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura y libre de materia orgánica y de todo recubrimiento.

El agua a utilizarse en las mezclas deberá ser de calidad potable, libre de toda sustancia aceitosa, salina, ácidos, álcalis o materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser nocivos para el concreto o el refuerzo

El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones ASTM-A-615 de grado 40, con límite de fluencia  $F_y = 40000$  psi.

Antes de su colocación, el acero se limpiará de toda suciedad u óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándose a los detalles que aparecen en los planos.

#### **3.2.3.5 Movimiento de tierra.**

El trabajo consiste en la preparación del sitio, nivelación, excavación y relleno. Se removerán del sitio de la obra todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción. El contratista tomará todas las medidas necesarias para no causar daño a terceros en la eliminación de los desechos provenientes de esta operación.

En las fundaciones excavar hasta las profundidades necesarias, nivelar y limpiar todo el material suelto.

Excavar el material inadecuado debajo de las estructuras según lo especifique el ingeniero y rellenar con material adecuado escogido del sitio, compactar y rellenar a un 90 % Proctor Standard en capas que no excedan 10 centímetros.

#### **3.2.3.6 Construcción de tanque de concreto ciclópeo sobre suelo.**

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos obliga al contratista a suplir en instalar cada artículo o material con el proceso o método indicado y suplir toda la mano de obra y equipos necesarios para la terminación de la obra.

#### **3.2.3.7 Concreto reforzado.**

El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3000 libras por pulgadas cuadrada.

Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las normas **613-54 del ACI**. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del ingeniero.

#### **3.2.4 Concreto ciclópeo.**

Se empleará concreto ciclópeo que consistirá de un **60%** de concreto clase "C" (140 Kg/cm<sup>2</sup>) y un **40%** de piedra grande bruta por volumen sólido de la mezcla. Se usará piedra que sea manejable por un hombre y deberá quedar rodeada por una capa de concreto de no menos 30 cm de concreto, y ninguna podrá quedar a menos de 60 cm. de cualquier superficie superior, ni menos de 20 cm de un coronamiento **(Nic 80 / Sección 602.11.11)**.

Concreto clase "C", este concreto tendrá una resistencia característica mínima a la compresión de 140 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; proporción 1:3:4.

Las piedras bolón deberán ser de roca sólida, no se permitirán bolones de piedras calizas, terrones o material fácilmente disgregable.

La colocación de la piedra bolón se hará de manera que las juntas queden completamente llenas de mortero y no haya espacios vacíos obteniendo así la

conformación monolítica de la piedra con el mortero, deberá colocarse la piedra con arte de manera que la apariencia de la pared de bolón presente un buen acabado.

#### **3.2.4.1 Materiales.**

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será cemento Portland tipo I, sujeto a las especificaciones **ASTM C-150-69**. Deberá llegar al sitio en sus envases originales y enteros.

El agregado fino será arena natural de cauce o Motastepe, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas; sujeta a las especificaciones **ASSHTO-R92-93 y ASTM –C-33-92**. En caso de usarse arena de cauce de la zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga.

El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a especificaciones **ASTM-C-33-6IT**.

El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto (1/5) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, o tres cuarto (3/4) del espaciamiento libre mínimo de refuerzo según lo recomendado por la norma ASTM C-33 y sus dimensiones máximas deberán cumplir con la sección 33 del reglamento.

El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o refuerzo, deberá ser previamente aprobada por el Ingeniero.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación **ASTM A-305** con un límite de fluencia de 40,000lbs por pulgadas cuadrada, de acuerdo a las especificaciones **ASTM A-615-68**, Grado 40. Todas las varillas deberán estar

limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

#### **3.2.4.2 Almacenamiento de materiales.**

El cemento se almacenará en bodegas secas, será sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utiliza cemento dañado o ya endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños.

Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

#### **3.2.4.3 Colocación del acero de refuerzo.**

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se hará de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce No.18, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

No se dispondrá sin necesidad, el empalme de varillas no señaladas en los planos sin autorización del ingeniero.



#### **3.2.4.4 Dosificación y mezcla.**

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobados por el Ingeniero. Se harán basándose en pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la compresión ejecutadas en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 cilindros por cada llena o lo que decida el ingeniero.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorios de pruebas de reconocida competencia y pagadas por contratista. Informes certificados de las pruebas deberá ser presentado al Ingeniero, antes de proceder al vaciado de concreto. El contratista no podrá cambiar abastecedores de materiales durante el curso del trabajo sin autorización del ingeniero y presentación de nuevas pruebas certificadas de laboratorio. Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas 613-54 y 614-59 del ACI.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento verificarla fácilmente en cualquier momento, el revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de 4" pulgadas y/o conforme el diseño del concreto sometido por el contratista y aprobado por el ingeniero.

#### **3.2.4.5 Colocación del concreto.**

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las normas 318-89, 605-59 Y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca será lo suficiente como para causar el flujo y asentamientos del concreto en su lugar.

#### **3.2.4.6 Curado del concreto.**

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro actual, se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

#### **3.2.5 Excavación.**

El contratista replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo.

El contratista establecerá un banco de nivel permanente que servirá de referencia para todos los niveles.

El contratista será responsable de la conservación de este banco de niveles y pagara el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectúe los estudios.

Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra serán removidos fuera del predio por el contratista. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad con un soporte adecuado, el contratista notificará inmediatamente al ingeniero. El contratista no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones para obtener el volumen adicional de excavación. El contratista mantendrá el área de excavación convenientemente drenada para no perturbar la estabilidad de las fundaciones y del suelo de soporte. El fondo de la excavación debe quedar a nivel, libre de material suelto y llevarse hasta los niveles indicados sin alterar el suelo a dichos niveles.

El contratista mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener durante la construcción los espacios excavados libres de agua. En caso se encontraran filtraciones y ojos de agua en la excavación, el ingeniero deberá ser notificado, y el contratista deberá proveer sin costo adicional desagüe.

Si por error del contratista se llevara la excavación más debajo de las líneas exactas del fondo de las fundaciones y de los pisos de hormigón sobre tierra, el contratista llenará el exceso con hormigón debajo de las paredes y cimientos y con grava debidamente compactada debajo de las losas, sin costo alguno para el contratista.

A fin de mantenerlas firmes y seguras, se apuntalarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada por el Ingeniero. Se removerán los puntales a medida que la obra progrese, asegurándose esta medida hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos.

#### **3.2.5.1 Limpieza.**

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio al costo del contratista. Asimismo todos los desperdicios y escombros

resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

### **3.2.6 Partes a ser construidas de concreto.**

Todas las partes del tanque que fueren construidas de concreto, tales como fundaciones, losas, vigas, columnas, recubrimiento de losa de techo, etc., deberán ser construidas siguiendo invariablemente las alineaciones horizontales y verticales de los planos de detalle y cumpliendo la condición de que el concreto se coloque monolíticamente.

#### **3.2.6.1 Curado del concreto.**

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto de las estructuras.

Todas las superficies expuestas, deberán mantenerse húmedas por un período de (7) días después que el concreto haya sido colocadas y desencofrado. Se evitarán causas externas (sobrecargas, vibraciones, etc.) que puedan provocar fisuras en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

La formaleta de la losa superior y columna central podrá ser removida parcialmente a los 21 días después de colada, quedando ciertos soportes a criterio del ingeniero para removerse a los 28 días. El proceso de remoción deberá hacerse de tal forma que no cause daño a la estructura o superficie.

#### **3.2.6.2 Acabado de superficies expuestas.**

Cuando las formaletas sean removidas las superficies de concreto serán razonablemente lisas, libre de ratoneras, poros o protuberancias. Si estos defectos se presentan deberán ser reparados de la forma aprobada por el ingeniero sin costo adicional para el dueño.

### **3.2.7 Trabajos defectuosos**

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas, deberá ser reparado de inmediato después que el ingeniero lo

haya observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, o muestras excesivas ratoneras o marcas notorias del formateado cuyos defectos a criterio del ingeniero no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada sin que ello represente costo adicional para el contratista por trabajos y materiales ocupados en la remoción defectuosa.

### **3.2.8 Pruebas.**

Una vez que el tanque esté totalmente terminado se ejecutará una prueba, ésta consiste esencialmente en una prueba de impermeabilidad la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un período de 48 horas, reponiendo continuamente el agua que sea consumida por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación se dejará lleno el tanque por 72 horas más no debiendo rebajar el nivel del agua más de 9 centímetros. Cualquier fuga deberá ser revisada por el ingeniero y recomendar su reparación en la forma más adecuada sin que ello signifique costos extras para el contratista.

### **3.2.9 Acabado interno de paredes**

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.5 centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad, posteriormente las paredes y fondo serán impermeabilizados con pinturas epóxicas de dos componentes, tal a como se menciona en el artículo de "Pintura".

### **3.2.10 Escalera interior.**

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero galvanizado, 1/2 pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.30 y de espacamiento entre peldaños de 0.40 metros.

### **3.2.11 Boca de inspección**

Se construirá una boca de inspección de acceso en la losa superior, dicha boca de inspección deberá construirse conforme a detalles mostrado en los planos constructivos.

### **3.2.12 Respiradero.**

El tanque deberá estar provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

### **3.2.13 Tubería de entrada, salida y limpieza.**

El tanque se proveerá de un tubo de entrada, salida y uno de limpieza cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalles constructivos, éstos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.

### **3.2.14 Rebosadero.**

El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indican en los planos.

### **3.2.15 Pintura.**

Se pintará la escalera interna del tanque de la manera siguiente: dos manos de pinturas epóxicas, las paredes internas y fondo del tanque se pintarán con dos manos de pintura epóxicas HI-SOLIDS CATALIZED EPOXY - SHERWIN WILLIAMS, C&M o según especificaciones AWWA D102-84 para tanques de agua potable.

## **CAPÍTULO IV MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Estudio socioeconómico.**

Para obtener un óptimo desarrollo del proyecto, es necesario realizar un estudio Socio-económico que permita conocer las necesidades básicas y situación actual de la población en esta comunidad. Esta información se basará en el Manual de Administración del Proyecto – MACPM. Capitulo II PREINVERSION. Publicada por el Nuevo FISE.

### **4.2 Levantamiento topográfico.**

#### **4.2.1 Topografía.**

Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (planimetría y altimetría). De "Topos" que significa lugar, y de "Grafos", descripción. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, se puede decir que para un topógrafo la tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es. (CORASCO, 2008, p. 7)

### **4.3 Fuentes de abastecimiento (Nickish, 2008, pp. 1-2)**

La necesidad creciente de utilizar el agua disponible, hacen necesario que esta sea aprovechada con menores costos y sin desperdicio. Esto no puede lograrse si no se utilizan sistemas de medición adecuados.

Esto hace que para manejar el recurso hídrico de un curso de agua (rio, canal, etc.) con distintos propósitos (agua potable, energía, riego, atenuación de crecidas, etc.) de una manera eficiente, requiera del conocimiento de la cantidad de agua que pasa por un lugar en un tiempo determinado (el caudal), durante un periodo de años lo más largo posible.

De ahí que es menester lograr datos de campo confiables y lo suficientemente precisos que permitan estudiar y proyectar manejos del agua con el menor grado de incertidumbre posible para satisfacer las demandas cada vez más crecientes que tiene la Humanidad.

Así, para una utilización eficiente del recurso hídrico de un curso de agua en su área de influencia, como primer paso se deben colocar las necesarias estaciones de medición del caudal (Estaciones de Aforos).

Esto último conlleva a la formación de técnicos capacitados en medición de cursos de aguas naturales y artificiales, que permitan obtener los datos básicos de cantidad de agua que pasa, para poder tomar las decisiones de manejo más adecuadas.

Ese conocimiento es esencial para determinar:

- La dotación de agua se puede abastecer para consumo humano
- Las dimensiones y diseño de la planta de bombeo de ser necesaria una estación de relevo.

En el caso específico de un canal es preciso saber cómo aforar caudales en el mismo para:

- controlar el volumen de agua que fluye, evitando que reciba más agua de la que puede conducir, y para regular la entrada con las necesidades aguas abajo.
- determinar las pérdidas por conducción y localizar fugas, como también para distribuir el agua en su recorrido.

#### **4.4 Demanda.**

Se define como demanda por agua potable y saneamiento a la población de un área geográfica determinada que no dispone del servicio o, dispone de él en forma deficiente y lo requiere para múltiples usos, como bebestible, alimentación, higiene personal, lavado de ropa, etc.



#### **4.5 Línea de conducción.**

Se le conoce como línea de conducción o línea de transmisión, a la parte del sistema de abastecimiento de agua potable compuesta por un conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de captación hasta un punto que puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora o la red de distribución.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo, pero también es posible realizar una combinación de las dos.

##### **4.5.1 Línea de conducción por bombeo**

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

#### **4.6 Almacenamiento**

Los tanques de almacenamiento son un elemento esencial en todo sistema de abastecimiento de agua de una población. El propósito fundamental de estos tanques es proveer una cantidad adecuada en las demandas máximas, observando el aspecto económico y de capacidad suficiente. De estos los tipos más importantes de almacenamiento pueden ser: aguas embalsadas, abastecimientos auxiliares por medio de tanques de almacenamiento a nivel de tierra en conjunción con estaciones de bombeo y tanques elevados en sistemas de distribución.

##### **4.7 Tanque de alimentación**

Son los que reciben de la fuente o planta de tratamiento el caudal de consumo máximo diario y sale del caudal que demande la población en el momento que se le exija incluyendo el consumo de máxima hora.

#### **4.7.1 Tanque de excedencias**

Los tanques de excedencias reciben de la red el agua que la población no consume en las horas de baja demanda y alta presión, lo que permite la elevación del gradiente hidráulico en sus cercanías, auxiliado de esta forma a la línea de conducción a satisfacer la demanda máxima y por si fuera poco la tubería que une a la red y al reservorio es de un diámetro menor que el del resto de la línea de conducción o igual.

#### **4.8 Red de distribución**

La red de distribución es el conjunto de tuberías que se instalan subterráneamente en las calles de una población y de las que se derivan las tomas domiciliarias que entregan el agua en la puerta de la casa del usuario.

#### **4.9 Sistemas de ramales abiertos**

Son redes de distribución constituidas por ramales troncales y una serie de ramificaciones o ramales que puede constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos.

Este tipo de red es usado comúnmente en comunidades de poca envergadura que entregan mayormente el agua a través de fuentes públicas o en localidades cuyo asentamiento se desarrolla longitudinalmente a lo largo de arterias de vías primarias de carreteras. También pueden utilizarse en poblados donde la topografía dificulta o no permite la formación de anillos.

#### **4.10 Análisis ambiental**

Es un instrumento de gestión que permite valorar las características ambientales del entorno donde se ubica el proyecto, valorar los potenciales impactos ambientales que puede ocasionar el proyecto, incorporar las medidas de mitigación que se deben cumplir por parte del dueño del proyecto para minimizar o corregir los potenciales impactos negativos que pudiera generar el proyecto e incorporar las medidas de respuestas ante riesgos a desastres (plan de contingencia).

#### **4.10.1 Hidrogeología**

Es la ciencia que estudia la ocurrencia, la distribución y el movimiento de las aguas bajo la superficie de la tierra, como si el agua se tratara de un mineral especial, el cual se renueva continuamente, en la mayoría de los casos, por efecto del ciclo hidrológico.

Generalmente, la hidrogeología puede considerarse como una ciencia especializada que combina elementos de geología, hidrología y mecánica de fluidos. La geología rige la ocurrencia y distribución de las aguas subterráneas, la hidrología el suministro de agua al subsuelo y la mecánica de fluidos explica el movimiento de estas. (Torres, 1982, p. 6)

#### **4.10.2 Geología**

Ciencia que estudia la forma exterior e interior del globo terrestre, la naturaleza de las materias que lo componen y su formación; los cambios o alteraciones que éstas han experimentado desde su origen y distribución que tienen en su actual estado.

#### **4.10.3 Hidrología**

Es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

#### **4.11 Obras de captación**

Las obras de captación son todas aquellas que se construyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año la captación de gastos previstos.

##### **4.11.1 Manantial**

Se llama manantial a cualquier superficie de descarga natural del agua subterránea que brota en cantidades suficientemente grandes como para que esta fluya en forma de un pequeño arroyo.

#### **4.11.2 Pozo**

Es una obra de ingeniería y, como tal, debe proyectarse, calcularse y ejecutarse, de acuerdo con ciertas técnicas establecidas, que toman en consideración los factores siguientes: condiciones geológicas locales, profundidad probable y gastos requeridos. (Torres, 1982, p. 105)

#### **4.11.3 Pozo perforado**

Es un pozo excavado total o parcialmente por medio de una máquina perforadora (ya sea de percusión o de barrena giratoria) y que opera por corte o abrasión. Los materiales que se excavan se llevan a la superficie por medio de cucharones, bombas de arena, barrenas huecas o mediante algún dispositivo hidráulico autolimpiador.

#### **4.12 Bomba**

Es un dispositivo mecánico que sirve para hacer que el agua u otro fluido fluyan, para elevarlos o para aplicarles presión.

##### **4.12.1 Bombas centrífugas verticales**

También se les llama turbo bombas o bombas tipo pozo profundo. En realidad, son bombas centrífugas cuyo eje es vertical y sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. (A., 1999, p. 53)

#### **4.13 Estaciones de bombeo**

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en: caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

#### **4.14 Conexión de bombas sarta**

La conexión de las bombas requiere de una serie de accesorios complementarios para lograr un funcionamiento satisfactorio del equipo de bombeo pueden ser los siguientes: Válvulas, supresores del golpe de ariete, juntos, derivaciones,

manómetros, niples, tuberías etc. Son elementos que integrados a la estación mantienen el control de las diversas condiciones de operación.

#### **4.15 Cloración**

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada. La desinfección significa una disminución de la población de bacterias hasta una concentración inocua, en contraste con la esterilización en la cual se efectúa una destrucción total de la población bacteriana.

#### **4.16 Golpe de ariete**

Se le llama golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado (presión) cuando el movimiento del fluido (líquido) es modificado. Ocurre cuando el bombeo es interrumpido bruscamente, la columna de agua escurrirá en sentido viajando hacia la bomba.

El cierre rápido y automático de la válvula de retención creará condiciones para la presión en el punto más bajo, la sarta de la bomba, se eleve bastante, comprimido por la columna restante y animada por el movimiento invertido en el sentido de arriba hacia abajo (T-bomba). Es la fase de sobrepresión del golpe de ariete.

Al cerrarse una válvula, la parte final aguas debajo de una tubería crea una onda de presión que se mueve hacia el tanque de almacenamiento. El cerrar una válvula en menos tiempo del que toma las oscilaciones de presión en viajar hasta el final de la tubería y en regresar se llama “cierre repentino de la válvula”. El cierre repentino de la válvula cambiará rápidamente la velocidad y puede resultar en una oscilación de presión. (Ver anexo 11). La oscilación de presión resultante de una abertura repentina de la válvula usualmente no es tan excesiva. (A., 1999, p. 57)

#### **4.17 Modelación en EPANET**

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de

suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el tiempo de permanencia agua en la red y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro.

EPANET se ha concebido como una herramienta de investigación para mejorar nuestro conocimiento sobre el avance y destino final de las diversas sustancias transportadas por el agua, mientras esta discurre por la red de distribución. Entre sus diferentes aplicaciones puede citarse el diseño de programas de muestreo, la calibración de un modelo hidráulico, el análisis del cloro residual, o la evaluación de las dosis totales suministradas a un abonado.

#### **4.18 Evaluación de emplazamiento**

La evaluación del emplazamiento se aplica a los proyectos de categoría II y III según el manual de normas y procedimientos del SISGA-FISE, esto permite valorar las características generales del sitio y el entorno donde se propone ubicar el proyecto para evitar o prevenir potenciales riesgos e impactos ambientales que atentan contra la sostenibilidad y la adaptabilidad del proyecto, tales como:

- Evitar efectos ambientales negativos del proyecto.
- Valorar e identificar aspectos legales, técnicos y normativos del proyecto que entren en contradicción con el marco jurídico.
- Evitar efectos sociales indeseables generados por el proyecto.
- Buscar la máxima adaptabilidad entre el sitio y el tipo de proyecto

**Tabla N° 3: Proyectos Categoría II Y III**

PROYECTOS MENU-FISE	TIPOS DE PROYECTOS
<b>Agua y Saneamiento Rural Pozos</b>	Excavados a Mano, Pozos perforados, Galería de infiltración, Mini acueductos y letrinas
<b>Bienestar social</b>	Asilos, Centros de desarrollo infantil, Comedores
<b>Caminos Rurales</b>	Vías de Comunicación Rural, Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Rurales
<b>Vías urbanas</b>	Adoquinados, revestimiento de calles y vías publicas
<b>Drenaje pluvial</b>	Cauces, Revestimiento de cauces, puentes vados, alcantarillas
<b>Educación</b>	Escuelas, Institutos
<b>Mercados municipales</b>	Mercados Municipales
<b>Rastros</b>	Rastros e instalaciones de sacrificio de animales
<b>Reforestación</b>	Reforestación
<b>Salud</b>	Puesto de Salud, Centro de Salud
<b>Sistemas de Acueducto</b>	Fuentes de captación, Tanque de almacenamiento y Planta de tratamiento
<b>Huertos</b>	Huertos familiares

Fuente: SISGA-FISE Manual de normas y procedimientos.

#### **4.19 Costo y presupuesto**

Es el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un proyecto generalmente identificado en un período de tiempo determinado.

## **CAPÍTULO V DISEÑO METODOLÓGICO**

### **5.1 Estudio socioeconómico. Ver anexo VI**

Se efectuó por medio de encuesta tipo FISE aplicada casa a casa, con el apoyo de líderes de la comunidad, a través de entrevistas a los pobladores e información suministrada por la alcaldía municipal de Estelí y el MINSA. Con la información obtenida se identificaron las necesidades básicas y situación actual en esta comunidad, en la cual se cuantificaron la cantidad de beneficiarios directos, además se determinó cuáles son las formas y costos del abastecimiento actual, también se obtuvo información de la voluntad y disposición al pago de la tarifa por parte de los beneficiarios, tomando en cuenta la sostenibilidad del proyecto.

Esta información identificó las necesidades básicas y situación actual de la comunidad en base a condiciones de vida, salud, economía y abastecimiento actual de agua.

Este estudio se realizó principalmente para obtener la población actual y realizar la proyección futura para un periodo de 20 años. Esta información fue complementada con datos del Instituto Nicaragüense para la Información y Desarrollo (INIDE).

El censo y encuesta socioeconómica en la comunidad El Espinal del municipio de Estelí fue realizada en el mes de marzo del año 2016, casa a casa con el propósito de obtener datos reales y actualizados de la población, vivienda y aspectos socioeconómicos de la población para la realización del estudio.

Con esta información se generaron datos básicos para desarrollar los cálculos y proyecciones necesarias para el proyecto.



La información recopilada en el campo mediante la encuesta socioeconómica fue procesada y los resultados obtenidos están representados por medio de gráficos y se pueden apreciar a continuación.

## **5.2 Levantamiento topográfico**

Se realizó el levantamiento topográfico mediante el método taquimétrico: con estación total Leica TS02, con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (altimetría, planimetría); para la ubicación espacial en el terreno, se utilizó el sistema global de posicionamiento satelital (GPS), aparato electrónico, digital-portátil, marca: Garmin, modelo: GPS-12XL, designando el sistema de coordenadas y de navegación: UTM/UPS, Datum WGS84, con un margen de error  $\pm 5$  metros.

Para marcar el sitio en el punto más alto del estudio, luego se introdujo los datos de coordenadas manuales del primer punto a la estación total y se inició el levantamiento topográfico, se trazó la línea de conducción desde donde estará ubicado el tanque de almacenamiento hacia la fuente de captación propuesta según estudio hidrogeológico buscando la parte más recta entre los dos puntos; al llegar al punto de la fuente se verificó las coordenadas del estudio hidrogeológico. Continuando el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda la infraestructura existente (casas, postes de luz, cercas, ramales de caminos, puentes, alcantarillas), dejando BM en los puentes y pozo; para su replanteo en la ejecución del proyecto.

## **5.3 Evaluación de fuente de abastecimiento.**

Se realizó un aforo durante el cual se probaron tres (3) caudales diferentes. Cada caudal se mantuvo constante durante cuatro (4) horas, de manera que la prueba duró doce (12) horas. La relación de cada caudal con respecto al anterior fue de 1.5 a 2.0.

La prueba a caudal constante duró 12 horas. Al terminar ésta, se hizo medidas de recuperación durante un tiempo mínimo de cuatro (4) horas.

#### **5.4 Evaluación ambiental**

La evaluación del sitio se realizó mediante el llenado de tres (3) histogramas estadísticos.

En los cuales se abordan tres componentes con sus diversas variables como son: geología, ecosistema e institucional social.

Para cada componente se evaluó valorando todas las variables que lo integran para ello se contó con la información de las características ambientales del territorio donde se emplazará el proyecto, se llenó una matriz de los valores obtenidos en cada escala (E) que va desde un valor 1 (situaciones más riesgosas) hasta 3 (situaciones libres de todo tipo de riesgos).

En las tablas, se puede constatar que la columna (P) correspondió al peso o importancia del problema; de esta manera, las situaciones más riesgosas o ambientalmente incompatibles tiene la máxima importancia o peso (3); mientras que las situaciones no riesgosas tienen la mínima importancia o peso (1), mientras que las situaciones intermedias tienen un peso o importancia mediano (2). La columna (F) indica la frecuencia con que aparece determinada escala en el análisis.

El valor total alcanzado para cada componente se obtuvo mediante el resultado de la ecuación,  $\text{valor total} = \frac{E \times P \times F}{P \times F}$ .

Se analizó los principales factores ambientales, con sus causas y efectos que se pueden ocasionar en la ejecución del proyecto.

Dónde:

E= Escala y esta puede tomar los siguientes valores:

- 1: Situación no permisible porque genera grandes peligros o impactos ambientales.

- 2: Situación permisible, pero suele necesitar medidas de mitigación o de prevención.
- 3: Es considerada la situación óptima.

P= Peso o importancia y este puede tomar los siguientes valores

- 3: Mayor peso (cuando E=1).
- 2: Mediano peso (cuando E= 2).
- 1: Poco peso (Cuando E= 3).

F= frecuencia, cantidad de veces que se repite el valor de E.

Se analizaron los principales factores ambientales, con sus causas y efectos que se pueden ocasionar en la ejecución del proyecto.

## **5.5 Estudio poblacional**

### **5.5.1 Tasa de crecimiento**

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usó el método geométrico, proyectado a 20 años

### **5.5.2 Periodo de diseño**

Se utilizó una tasa de crecimiento mínimo según normas de INAA del 2.5%, ya que el crecimiento proyectado según el INIDE del año (2015 al año 2020) es de 0.44% en el municipio de Estelí.

### **5.5.3 Población de diseño**

El crecimiento poblacional está expresado por la fórmula siguiente:

- $P_n = P_o (1+r)^n$
- Dónde:
- $P_n$  = Población del año "n"
- $P_o$  = Población al inicio del período de diseño

- $r$  = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.
- $n$  = Número de años que comprende el período de diseño.

## **5.6 Variaciones de consumo**

Las variaciones de consumo se expresaron como factores de la demanda promedio diario, y sirvieron de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción, red de distribución y almacenamiento etc.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (consumo promedio diario)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (consumo promedio diario)

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

- Determinación de la demanda
- Seleccionar la dotación de agua
- Proyección de la demanda para 20 años
- Dimensionamiento de línea de absorción
- Dimensionamiento de línea del depósito de captación al tanque de almacenamiento
- Dimensionamiento del tanque de almacenamiento
- Diseño de la red de distribución

### **5.6.1 Línea de conducción por bombeo**

En el diseño de la línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo y debe tener la capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día (CMD) de los próximos 20 años. (NTON 09001-99, 1990)

Así mismo, deberán hacerse las consideraciones necesarias para prevenir las condiciones de golpe de ariete.

#### **5.6.1.1 Diámetro de línea de conducción**

Para la selección de los diámetros de tubería, se calcula por medio del método de Bresse, detallado a continuación.

$$\Phi = 1.3 \times X^{1/4} \times \sqrt{Q}$$

Dónde:

$\Phi$  = Diámetro de tubería de descarga (m).

X = # de horas de bombeo por día / 24 horas.

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s).

Para calcular el diámetro de la tubería de descarga se tendrá que cumplir la siguiente condición, la velocidad de succión deberá ser menor a 1.5 m/s y mayor a 0.6 m/s.

### 5.6.2 Golpe de ariete

Considerando un cierre brusco de energía la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea el que se ubica al nivel de la estación de bombeo, el golpe de ariete se calculó aplicando la fórmula 23 de Lorenzo de Allievi:

$$H = \frac{145 * V}{\sqrt{1 + \frac{Ea * D}{Em * e}}}$$

Dónde:

V: velocidad m/s

Ea: módulo de elasticidad del agua en kg/cm<sup>2</sup>

Em: módulo de elasticidad del material en kg/cm<sup>2</sup>

D: diámetro de la tubería en pulgadas

e: espesor de la pared de la tubería

## 5.7 Diseño del sistema de agua potable y saneamiento

### 5.7.1 Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico mediante el método taquimétrico: con estación total Leica TS02, con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (altimetría,

planimetría); para la ubicación espacial en el terreno, se utilizó el sistema global de posicionamiento satelital (GPS), aparato electrónico, digital-portátil, marca: Garmin, modelo: GPS-12XL, designando el sistema de coordenadas y de navegación: UTM/UPS, Datum WGS84, con un margen de error  $\pm 5$  metros.

Para marcar el sitio en el punto más alto del estudio, luego se introdujo los datos de coordenadas manuales del primer punto a la estación total y se inició el levantamiento topográfico, se trazó la línea de conducción desde donde estará ubicado el tanque de almacenamiento hacia la fuente de captación propuesta según estudio hidrogeológico buscando la parte más recta entre los dos puntos; al llegar al punto de la fuente se verificó las coordenadas del estudio hidrogeológico. Continuando el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda la infraestructura existente (casas, postes de luz, cercas, ramales de caminos, puentes, alcantarillas), dejando BM en los puentes y pozo; para su replanteo en la ejecución del proyecto.

#### **5.7.2 Estudio hidrogeológico**

Se analizó el estudio hidrogeológico suministrado por la alcaldía municipal de Estelí, como entidad coejecutora institucional del proyecto agua, saneamiento y conservación del medio ambiente, para conocer las características hidrológicas y geológicas del sitio en estudio y así tomar en cuenta las sugerencias o recomendaciones dadas por el consultor.

#### **5.7.3 Diseño hidráulico del sistema.**

Se realizó un análisis hidráulico del sistema tomando en cuenta el estudio topográfico y de la demanda de la población partirá el diseño de las obras hidráulicas. El cálculo hidráulico se realizará siguiendo las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural.

#### **5.7.4 Cálculo de población**

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usó el método geométrico, proyectado a 20 años y utilizando una tasa de crecimiento mínimo según normas

de INAA del 2.5%, ya que el crecimiento proyectado según el INIDE del año (2015 al año 2020) es de 0.44% en el municipio de Estelí.

El crecimiento poblacional está expresado, según la NTON 09001-99 por la fórmula siguiente:

-  $P_n = P_o (1+r)^n$

- Dónde:

-  $P_n$  = Población del año “n”

-  $P_o$  = Población al inicio del período de diseño

-  $r$  = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

-  $n$  = Número de años que comprende el período de diseño.

#### **5.7.5 Dotación de agua**

Se consideró una población servida directamente del 100% en todo el período de diseño por conexiones domiciliarias de patio, para lo cual el INAA establece un rango de caudal de 50 a 60 l/p-d.

Consumo destinado para las necesidades de la vivienda ya sea preparación de alimentos, bebida, lavado de ropa, baño etc.

#### **5.7.6 Estaciones de bombeo**

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

#### **5.7.7 Fundaciones de equipos de bombeo**

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la comprensión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

### **5.7.8 Equipo de bombeo y motor**

#### **5.7.8.1 Bombas verticales**

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible

El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.

#### **5.7.8.2 Energía**

Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 energía monofásica.

#### **5.7.8.3 Diseño de bomba.**

Para el cálculo de las pérdidas en la succión y descarga de la bomba se aplicó la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$hf = 10.548 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * Le * D^{-4.87}. \text{ Dónde:}$$

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

Q= Gasto en m<sup>3</sup>/seg

D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

El cálculo de la carga total dinámica se realizó con las pérdidas en la tubería, la diferencia de nivel entre el tanque y el pozo, la altura de rebose del tanque y la profundidad del pozo.

$$CTD = Z + hf + hr + hp$$

Z: Diferencia de Nivel.

hf: Pérdidas de carga.

hr: Altura de rebose de tanque.

hp: Profundidad del nivel de ubicación de la bomba en el pozo.



La potencia de la bomba se calculó con la ecuación.

$$NB = \frac{\gamma * CTD * Q}{0.736 * 1000 * \epsilon_B} * FM$$

$\gamma$ : peso específico N/m<sup>3</sup>.

CTD: carga total dinámica pies.

Q: caudal de diseño m<sup>3</sup>/s.

$\epsilon_B$ : eficiencia de la bomba %.

FM: factor de mayoración.

## 5.8 Almacenamiento

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimará un 15% del consumo promedio diario, (volumen compensador) y un 20% del consumo promedio diario, (volumen de reserva) de tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD. Estará ubicado lo más cercano posible de la comunidad, el área deberá estar cercada y se localizará a una altura que permita regular la presión de servicio.

### 5.8.1 Tanque sobre el suelo de mampostería. (Ver anexo XI. P V)

En el diseño de los tanques sobre el suelo de mampostería de piedra bolón debe considerarse lo siguiente según norma NTON 09001-99.

- a) La entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- b) Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- c) La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.

d) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.

e) Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.

f) Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto.

## **5.9 Tratamiento y desinfección**

### **5.9.1 Calidad del agua**

La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.

c) El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad del agua vigente aprobada por el INAA y MINSA.

### **5.9.2 Aplicación de cloro**

El hipoclorito de sodio se aplicará diluyendo previamente la solución concentrada de fábrica hasta una concentración máxima de 1% al 3%. Para su dosificación se usará un clorador de fabricación nacional (CTI – 8).

### **5.9.3 Tiempo de contacto**

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos.

La concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá ser 0.2-0.5 mg/l después del período de contacto antes señalado.

**Tabla Nº 4: Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.P.P.M (Una parte por millón de cloro a diferentes volúmenes de agua.)**

<b>Volumen de agua por tratar en Litros</b>	<b>Volumen de la solución al 1%</b>
<b>100</b>	10 mililitros
<b>200</b>	20
<b>300</b>	30
<b>400</b>	40
<b>500</b>	50
<b>1000</b>	100
<b>2000</b>	200
<b>3000</b>	300
<b>10000</b>	1.0 Litros
<b>15000</b>	1.5
<b>20000</b>	2.0

Fuente: Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99) – INNA. Pag.2

## **5.10 Procedimiento de diseño.**

### **5.10.1 Red de distribución**

Es sistema está constituido por el esquema fuente-tanque-red. La red de distribución se diseñará para el consumo de máximo hora al final del período de diseño para determinar los diámetros de las tuberías y presiones mínimas de operación en el sistema de distribución. (Ver anexo XI)

#### **5.10.1.1 Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m. (NTON 09001-99 , 1990, p. 43)

c) El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm).

#### **5.10.1.2 Análisis y cálculo hidráulico de la red**

Para el análisis hidráulico de la red se utilizó el software EPANET 2.0 español, utilizando la fórmula de Hazen Williams que dispone el programa, se efectuó el análisis para CMH (consumo máxima hora) y cero horas de la red de distribución y CMD (consumo máximo día) en la línea de conducción, a través del cual se obtuvo el comportamiento hidráulico del sistema, determinando las velocidades y presiones a las que estarán sometidas las tuberías en el sistema. (Ver anexo XI, pag II)

#### **5.10.1.3 Presiones máximas y mínimas.**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión mínima: 5.0 m.

Presión máxima: 50.0 m.

**Tabla N° 5: Coeficiente de rugosidad**

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro galvanizado (H <sup>o</sup> ,G <sup>o</sup> )	100
Tubo de hierro fundido (H <sup>o</sup> ,F <sup>o</sup> )	130
Tubo de cloruro de polivinilo (PVC)	150

Fuente: NTON 09001-99. Norma técnica obligatoria nicaragüense para el abastecimiento de agua potable en la zona rural.

#### **5.10.1.4 Velocidades permisibles en tuberías**

Las velocidades del flujo para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías estarán entre los valores permisibles siguientes:

Velocidad mínima = 0.40 m/s

Velocidad máxima= 2.00 m/s

#### **5.10.1.5 Cobertura de tuberías**

En cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico, se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m sobre la corona de la tubería y en caminos de poco tráfico una cobertura de 1 m sobre la corona del tubo.

#### **5.10.1.6 Variaciones de consumo**

Las pérdidas totales se fijan como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%, para un sistema nuevo.

### **5.11 Emplazamiento ambiental**

Las áreas en el que el titular tienen instaladas sus facilidades para el desarrollo de sus actividades productivas, extractivas o de servicio.

### **5.12 Diseño hidráulico del sistema**

Mediante los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico, se procedió a diseñar cada uno de los componentes que conforman el sistema, así como tanque de almacenamiento, que corresponde al 35% del consumo promedio diario total, según normas técnicas rurales de INAA, línea de conducción y red de distribución diseñada para un periodo de 20 años.

#### **5.12.1 Elaboración de planos**

Se elaboraron los planos en Autocad según el levantamiento topográfico y los resultados que se obtuvieron de los análisis hidráulicos realizados en EPANET.

#### **5.12.2 Especificaciones técnicas de construcción**

Se elaboraron según los planos correspondientes a cada obra a ejecutarse en el proyecto y normas que rigen a los proyectos de agua potable y saneamiento.

#### **5.12.3 Elaboración del presupuesto**

Se elaboró por medio del cálculo de volúmenes de obra conveniente a cada etapa a desarrollarse a lo largo del proyecto y sus respectivos costos. Se cotizó los precios unitarios en diferentes sitios de distribución de materiales; entre ellos: sitios ferreteros y agroservicios además se utilizó la guía de costos maestros 2016 del FISE.

## CAPÍTULO VI RESULTADOS DEL ESTUDIO

### 6.1 Resultados socioeconómicos

#### 6.1.1 Población y sus características

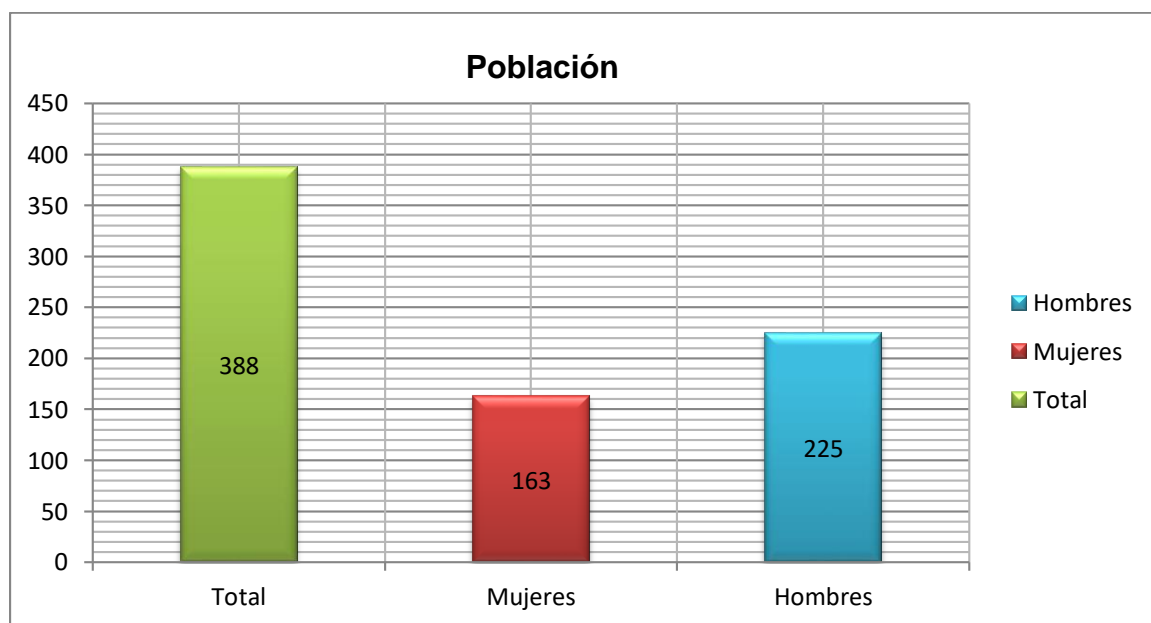
La localidad de El Espinal, cuenta con una población aproximada de 388 habitantes, con una densidad de 3.59 hab/vivienda. La población se encuentra ubicada en viviendas concentradas y otras semidispersas.

La principal actividad de los pobladores es la agricultura y ganadería, en menor escala el comercio. Según encuestas aplicadas a las familias, el ingreso promedio familiar es de C\$ 2000/mes.

##### 6.1.1.1 Población

En El Espinal hay una población de 388 habitantes de los cuales 163 son mujeres (42.01%) y 225 son varones (57.99%).

**Gráfico N° 1: Población**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla Nº 6: Población**

Población		
Hombres	225	57.99%
Mujeres	163	42.01%
Total	388	100%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal

**Tabla Nº 7: Rango de edades de la población**

Comunidad	Rango de edades					Población total
	De 1 a 5 años	De 6 a 15 años	De 16 a 25 años	De 26 a 60 años	> de 60 años	
El Espinal	17	53	56	174	88	388

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal

En la comunidad El Espinal la mayor población se ubica en el rango entre 26 y 60 años de edad teniendo este rango un 44.84% de la población, seguida por un 28.09% de la población entre 6 y 25 años, con un 22.68% la población mayor de 60 años y con un 4.38% la población igual o menor de 5 años de edad.

#### 6.1.1.2 Vivienda

Las viviendas demandantes del proyecto de agua y saneamiento son un total de 108, que albergan a igual número de familias, de las cuales el 100% pertenecen a la comunidad de El Espinal.

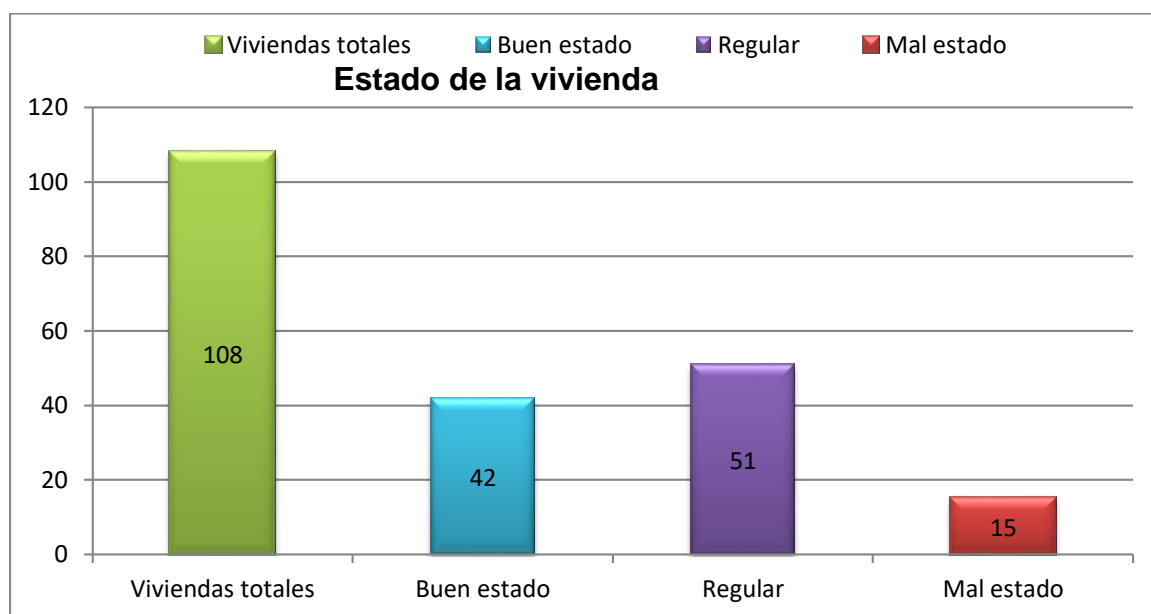
**Tabla Nº 8: Estado de la vivienda**

Estado de la vivienda		
Viviendas totales	108	100.00%
Buen estado	42	38.89%
Regular	51	47.22%
Mal estado	15	13.89%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal



**Gráfico N° 2: Estado de la vivienda**



Fuente: Elaboración propia

#### **6.1.1.3 Situación actual del suministro de agua**

La comunidad de El Espinal cuenta con servicio de agua de un pozo comunal perforado. Este pozo está en la comunidad a la orilla del camino de acceso que cruza la localidad, en las coordenadas E 578141 y N 1442194.60 con una elevación de 1063.31 msnm. Está dotado de una bomba de mecate.

El 50.93% de la población de El Espinal se abastece de agua de un pozo comunal perforado, el 23.15% de pozos privados, el 19.44% de quebrada y el 6.48% de la población se abastece del vital líquido de ojos de agua.

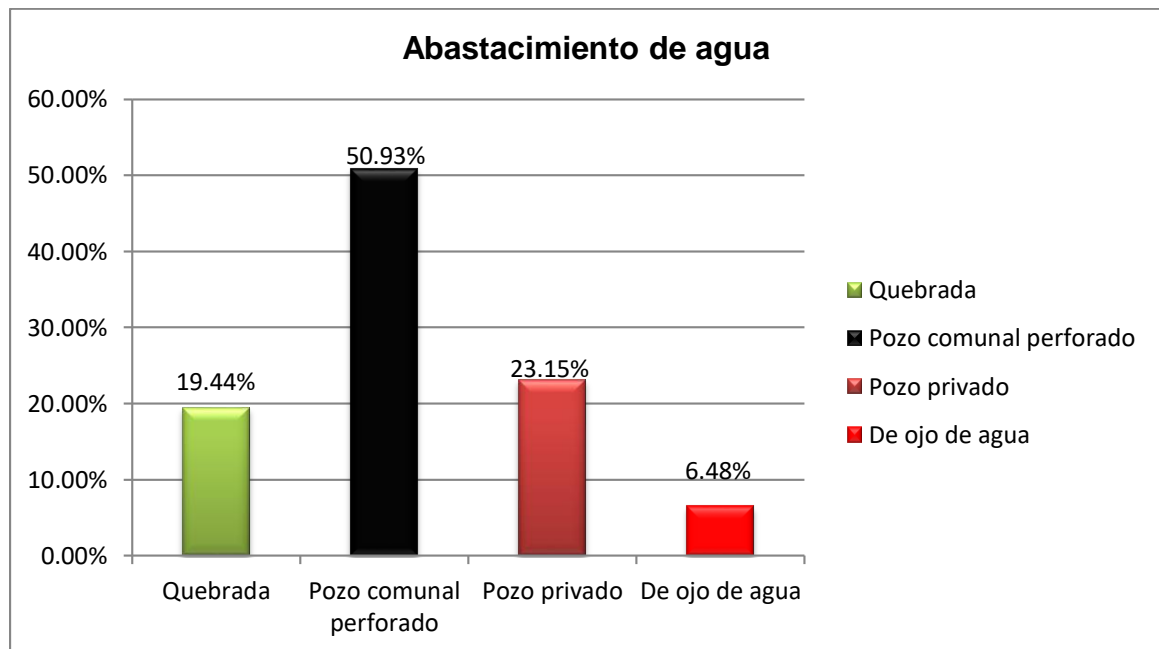
El acarreo del agua no es equitativo, ya que el 52.78% la acarrean las mujeres, un 24.07% los niños y el 23.15% la acarrean los hombres.

**Tabla N° 9: Abastecimiento de agua**

Abastecimiento de agua				
Quebrada	Pozo comunal perforado	Pozo privado	De ojo de agua	Total
21	55	25	7	108
19.44%	50.93%	23.15%	6.48%	100.00%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal

**Gráfico N° 3: Abastecimiento de agua**



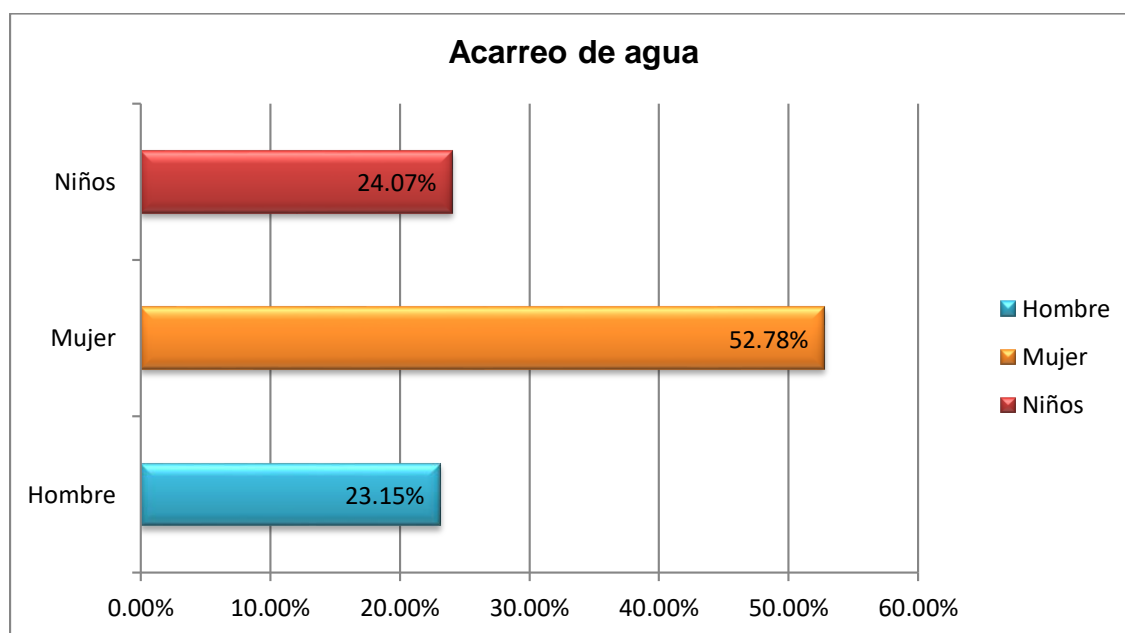
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 10: Acarreo del agua**

Acarreo de agua			
Hombre	Mujer	Niños	Total
25	57	26	108
23.15%	52.78%	24.07%	100.00%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal

**Gráfico N° 4: Acarreo del agua**



Fuente: Elaboración propia

#### **6.1.1.4 Calidad del agua de consumo actual**

El 47.22% de la población de la comunidad de El Espinal expresó que el agua que actualmente consume es buena, el 40.74% que es regular y el 12.04% que el agua es de mala calidad; respecto a las características físicas del agua, el 19.44% expresó que el agua que consumen tiene mal sabor, el 9.26% que tiene mal olor, 16.67% que tiene mal color y el 54.63% expresó que el agua no presenta ni mal sabor, mal olor, ni mal color.

El 98.33% de la población de El Espinal según el levantamiento de información a través de encuestas socioeconómicas expresaron que les gustaría tener el servicio de agua potable en sus hogares y manifestaron que estaban dispuestos a pagar por el servicio de agua.

**Tabla N° 11: Calidad del agua**

Calidad del agua			
Buena	Regular	Mala	Total
51	44	13	108
47.22%	40.74%	12.04%	100.00%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal

**Gráfico N° 5: Calidad del agua**



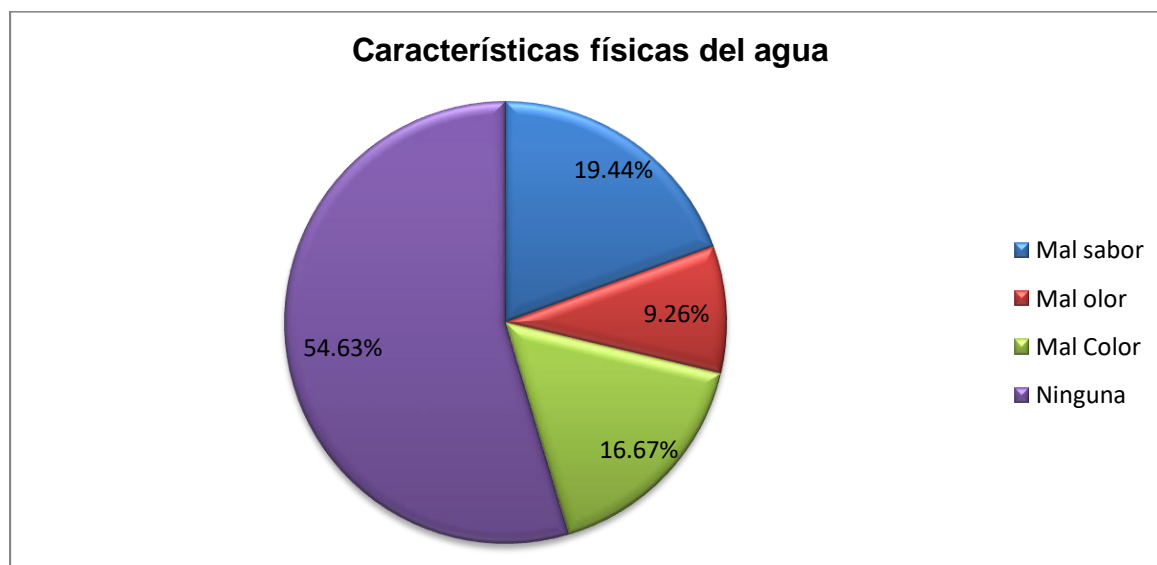
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 12: Características físicas del agua**

Características físicas del agua				
Mal sabor	Mal olor	Mal Color	Ninguna	Total
21	10	18	59	108
19.44%	9.26%	16.67%	54.63%	100.00%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal

**Gráfico N° 6: Características físicas del agua**



Fuente: Elaboración propia

#### **6.1.1.5 Disposición de excretas**

El 55.56% de la población poseen letrina, pero el 55.00% de estas se encuentran en mal estado, el 23.33% en estado regular, el 21.67% en buen estado y el 44.44% de la población total no posee letrinas.

**Tabla N° 13: Situación del saneamiento básico**

Situación de saneamiento (Letrinas)		
Tienen letrinas	Porcentaje	Cantidad
Sí	55.56%	60
No	44.44%	48
Total	100%	108

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal

**Tabla N° 14: Estado de las letrinas**

Estado de Letrinas		
Buena	21.67%	13
Regular	23.33%	14
Mala	55.00%	33

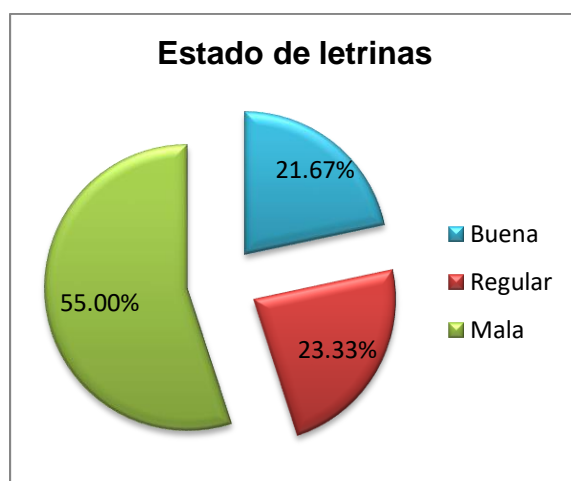
Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal

**Gráfico N° 7: Situación de letrinas**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 8: Estado de letrinas**



Fuente: Elaboración propia.

#### **6.1.1.6 Educación**

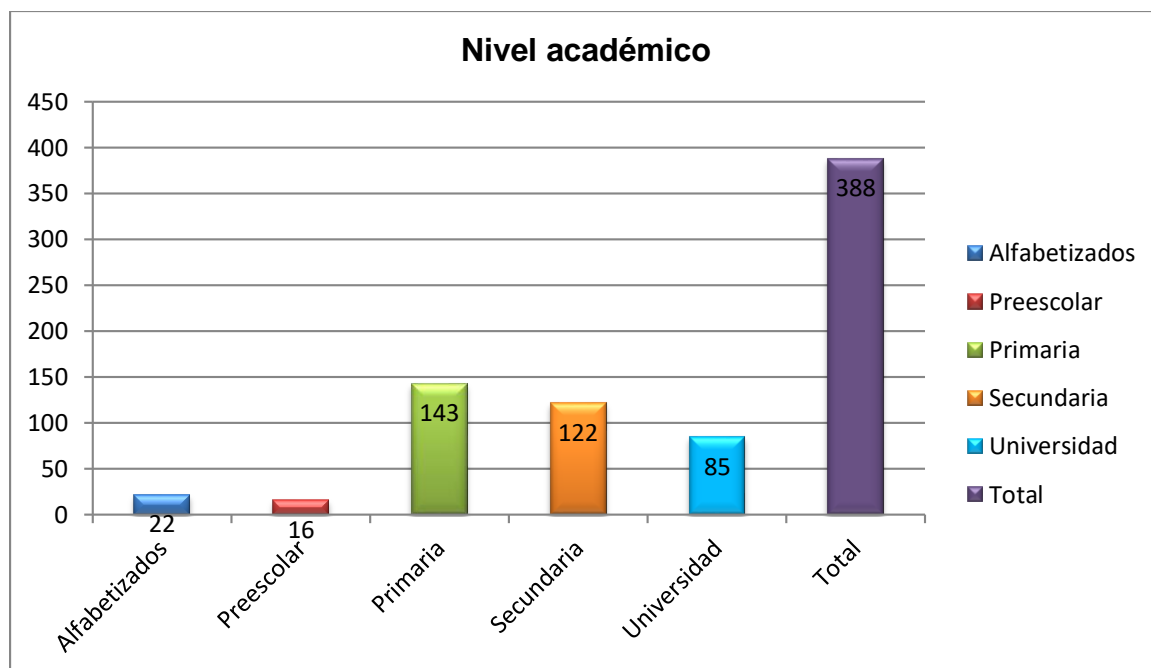
En cuanto al nivel académico de la comunidad cuentan con un 36.86% de la población con su primaria aprobada, un 31.44% tienen aprobado sus estudios secundarios, un 21.91% con estudios universitarios y un 5.67% han sido alfabetizados, teniendo en cuenta que un 4.12% se encuentra en preescolar.

**Tabla N° 15: Nivel académico**

Comunidad	Nivel académico					
	Alfabetizados	Preescolar	Primaria	Secundaria	Universidad	Total
El Espinal	22	16	143	122	85	388

Fuente Censo familiar realizado en marzo del 2016.

**Gráfico N° 9: Nivel académico**



Fuente: Elaboración propia.

#### **6.1.1.7 Organización comunitaria**

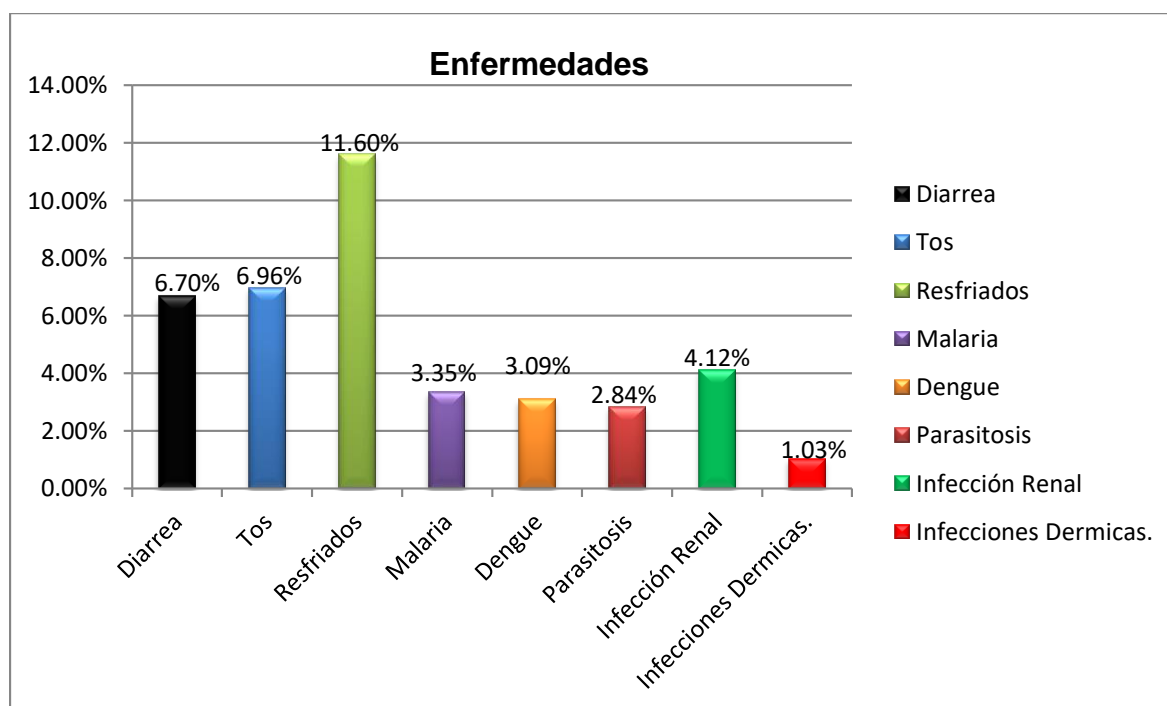
En la comunidad existe el concejo de Liderazgo Sandinista (CLS) formado por 8 miembros, el comité de agua potable y saneamiento (CAPS) existen organizaciones comunitarias

**Tabla N° 16. Enfermedades en la población de El Espinal**

Enfermedades	Nº de casos	Porcentaje
Diarrea	26	6.70%
Tos	27	6.96%
Resfriados	45	11.60%
Malaria	13	3.35%
Dengue	12	3.09%
Parasitosis	11	2.84%
Infección Renal	16	4.12%
Infecciones Dérmicas.	4	1.03%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de El Espinal

**Gráfico N° 10: Gráfico de las enfermedades en la población de El Espinal**



Fuente: Elaboración propia

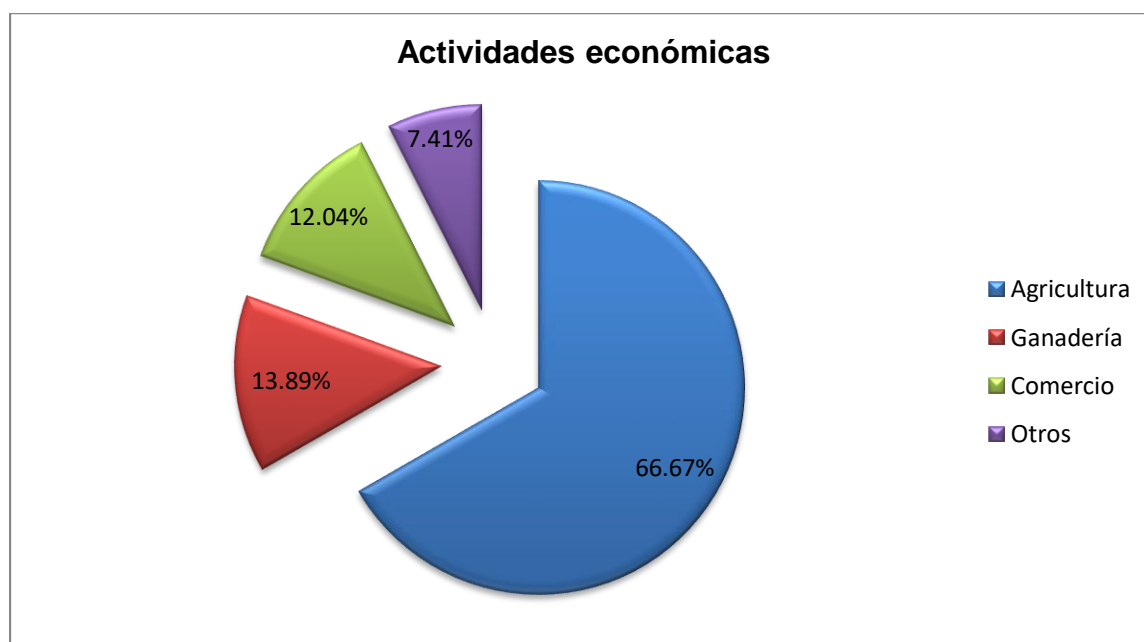
De los 388 habitantes de la comunidad de El Espinal el 39.69% padecen algún tipo de enfermedad y el 60.31% manifestaron que no padecen ningún tipo de enfermedad.



#### 6.1.1.8 Situación Ocupacional

La actividad económica predominante de la zona son las labores agrícolas, cultivando, Frijoles, maíz, papas, tomate, repollo, cebolla y ayote. También se dedican en un segundo orden a la crianza del ganado vacuno para subsistencia y en menor grado al comercio.

**Gráfico N° 11: Actividades económicas de la comunidad de El Espinal**



Fuente: Elaboración propia

#### 6.1.1.9 Ingreso mensual por familia

De acuerdo a resultados en análisis de censo y encuesta socioeconómica indica que el ingreso promedio mensual por familia es de C\$ 2000.00 córdobas, además de esto el 100% de la población de la comunidad está de acuerdo en pagar el consumo mensual de la vivienda, siempre y cuando exista micro medición.

#### 6.1.1.10 Servicios básicos

Energía eléctrica: del total de la población de El Espinal, solamente el 80%, cuenta con servicio de energía eléctrica domiciliar a cargo de la Empresa DISNORTE, y el 20%, no cuenta con el servicio de energía eléctrica.

Telecomunicaciones: No cuenta con el servicio público de telefonía fija, y la comunicación celular (Movistar y claro) es muy deficiente, dado que solo existe señal en los puntos más altos de la comunidad.

#### 6.1.1.11 Aforo y calidad de agua

El tipo de fuente gestionada por la comunidad y seleccionada por el equipo técnico es un pozo perforado, el cual se encuentra en las coordenadas UTM: 578355.81; 1443181.66 a una altura de 976.62 msnm, según la población es la única fuente disponible ya que tiene el caudal suficiente para abastecer a la población de la comunidad de El Espinal.

TECNOBOMBAS realizó la prueba de bombeo en la que recomiendan explotar el pozo con un caudal de 60 gpm.

**Tabla N° 17: Resultados de calidad de agua**

Nº	Parámetros	Unidades	Normas	Pozo Perforado
			CAPRE	El Espinal
Resultados analíticos Físico - Químicos				
2	PH a 25,0 °C	Unidad	6.5 - 8.5	7.37
3	Conductividad a 21.8 °C	µs/cm	-	343
4	Sólidos totales disueltos	mg/L	1000	284.89
5	Color verdadero	UCV	15	<rd
6	Calcio	mg/L	100	51.3
7	Magnesio	mg/L	50	8.93
8	Sodio	mg/L	200	14.55
9	Potasio	mg/L	10	1
10	Cloruros	mg/L	250	4.94
11	Nitratos	mg/L	50	1.85
12	Sulfatos	mg/L	250	16.82
13	Carbonatos	mg/L	-	<ld
14	Bicarbonatos	mg/L	-	207.59
15	Dureza total	mg/L	400	150.09
16	Alcalinidad total	mg/L	>30	170,.10
17	Alcalinidad de Alfenolftaleina	mg/L	-	<ld
18	Sílice disuelta	mg/L	-	88.81
19	Nitritos	mg/L	<0.1	0.007
20	Hierro total	mg/L	0.3	0.06
21	Flúor	mg/L	0.7 - 1.5	0.43
22	Amonio	mg/L	0.5	0.012
23	Zinc Total	mg/L	0.05	<ld
24	Arsénico Total	mg/L	10	0.001

Fuente: Laboratorios Químicos. S.A. LAQUISA

Clave: <rd = menor del rango de detección  
<ld = menor del límite de detección

Los exámenes se realizaron en los laboratorios químicos. S. A LAQUISA

- El agua analizada del pozo perforado de El Espinal.

## 6.2 Análisis de ambiental

### 6.2.1 Evaluación de emplazamiento

En proyectos horizontales, como el diseño del proyecto de agua potable en la comunidad de El Espinal, se evalúan las características generales del sitio en donde se propone la ubicación del proyecto a través del análisis del emplazamiento.

**Tabla N° 18: Resultados del análisis de emplazamiento en el componente geología**

Componente geología									
	Sismicidad	Deslizamiento	Vulcanismo	Sedimentos	Calidad del suelo				
E						P	F	ExPxP	PxF
1						3	0	0	0
2	X					2	1	4	2
3		X	X	X	X	1	4	12	4
Valor total: $ExPxP / PxF = 16/6 = 2.66$								16	6

Fuente: Evaluación ambiental comunidad El Espinal

Este proyecto según el componente de geología descrito en la tabla N° 16, alcanzó el valor de 2.66, lo que significa que el sitio es poco vulnerable, con bajo riesgo a desastre y bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas.

**Tabla N° 19: Resultados de la evaluación de emplazamiento en el componente ecosistema**

Componente ecosistema							
	Hidrología superficial	Hidrología subterránea	Mar y lagos				
E				P	F	ExPxP	PxF
1				3	0	0	0
2		X		2	1	4	2
3	X		X	1	2	6	2
						10	4
Valor total: ExPxP / PxF: 10/4= 2.5							

Fuente: Evaluación ambiental comunidad El Espinal

Como se logra apreciar en la tabla N° 17, los resultados del análisis del emplazamiento en el componente de ecosistema, alcanzó el valor de 2.5, lo que significa que el sitio es poco vulnerable a pesar de limitaciones aisladas. Este proyecto es elegible para la alternativa de sitio.

**Tabla N° 20: Resultados de la evaluación de emplazamiento en el componente institucional social**

Componente institucional social							
	Conflictos territoriales	Participación ciudadana	Plan de inversión y sostenibilidad				
E				P	F	ExPxP	PxF
1				3	0	0	0
2				2	0	0	0
3	X	X	X	1	3	9	3
Valor total: ExPxP / PxF: 9/3= 3							

Fuente: Evaluación ambiental comunidad El Espinal

Desde la óptica del componente institucional social, el resultado de la tabla N° 18 es de 3, lo que indica que el sitio es poco vulnerable a los efectos sociales e institucionales con muy bajo nivel de riesgo debido a la decisión de la ubicación del proyecto en el sitio. Por lo que el resultado del análisis del emplazamiento en el componente institucional social es elegible.

**Tabla N° 21: Histograma de evaluación de emplazamiento**

HISTOGRAMA DE EVALUACION DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO															
VARIABLES	PARA USO DEL FORMULADOR							PARA USO DEL EVALUADOR							
	N.A.	E	P	E	P	E	P	N.A.	E	P	E	P	E	P	
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1	
ORIENTACION	x														
REGIMEN DE VIENTO				x											
PRECIPITACION						x									
RUIDOS	x														
CALIDAD DEL AIRE				x											
SISMICIDAD						x									
EROSION				x											
USOS DE SUELO						x									
FORMACION GEOLOGICA						x									
DESLIZAMIENTOS				x											
VULCANISMO	x														
RANGOS DE PENDIENTES		x													
CALIDAD DEL SUELO						x									
SUELOS AGRICOLAS	x														
HIDROLOGIA SUPERFICIAL						x									
HIDROGEOLOGIA						x									
MAR Y LAGOS	x														
AREAS PROTEGIDAS O ALTA SENSIBILIDAD	x														
CALADO Y FONDO	x														
ESPECIES NATIVAS						x									
SEDIMENTACION						x									
RADIO DE COBERTURA	x														
ACCESIBILIDAD				x											
CONSIDERACIONES URBANISTICAS	x														
ACCESO A LOS SERVICIOS						x									
DESECHOS SÓLIDOS				x											
LINEAS ALTA TENSION															
PELIGRO DE INCENDIOS		x													
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUTURAS	x														
FUENTES DE CONTAMINACION				x											
CONFLICTOS TERRITORIALES						x									

MARCO LEGAL					X									
SEGURIDAD CIUDADANA				X										
PARTICIPACION CIUDADANA					X									
PLAN INVERSION MUNICIPAL Y				X										
<b>FRECUENCIAS (F)</b>	<b>SU MA</b>	2	9	13	<b>SU MA</b>									
<b>ESCALA X PESO X</b>	81	6	36	39										
<b>PESO x FRECUENCIA (Px F)</b>	37	6	18	13										
<b>VALOR TOTAL (ExPx F / Px F)</b>	<b>2.2</b>													
<b>RANGOS</b>	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	> 2.5	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	> 2.5						
Doy fe en calidad de formulador del proyecto que la evaluación anteriormente descrita coincide con la situación actual del sitio														
la evaluación anteriormente descrita coincide con la situación actual del sitio														

Fuente: Evaluación ambiental comunidad El Espinal

### 6.2.2 Análisis de la calidad ambiental del área de influencia del proyecto

A continuación, se presenta de manera resumida el análisis de los principales problemas ambientales, donde se puede observar la casa de los problemas ambientales y los efectos sobre el medio natural.

**Tabla N° 22: Análisis de los principales problemas ambientales**

Factor ambiental	Causas	Efectos	Nivel de calidad
Calidad del aire	Quemas a cielo abierto	Contaminación del aire por la emisión de humo.	2
Aguas superficiales	Vertido directo de aguas servidas a fuentes superficiales	Contaminación de las aguas superficiales con repercusión en la salud y en el ecosistema.	3
Suelos	Quemas, uso del suelo en sitios inadecuados sin tomar en cuenta su capacidad de uso.	Erosión hídrica y eólica.	2
Geología	Modificación de la topografía sin drenajes	Inundaciones	2
Cubierta vegetal	Deforestación	Erosión, daño al hábitat de la fauna.	3
Calidad de vida	Ausencia de agua y servicios elementales de saneamiento	Alteraciones de la salud de la población, brotes de dengue, malaria, diarrea, cólera, etc.	2

Fuente: Evaluación ambiental comunidad El Espinal

### 6.2.3 Posibles impactos esperados con el proyecto

El impacto generado por un proyecto se mide según las alteraciones ambientales que puede crear las diferentes acciones de la obra, tomando en consideración las diferentes etapas o estudios por los que transitará el proyecto.

En la siguiente tabla N° 21, se reflejan de manera general, los niveles de impacto; cuyos niveles supuestos a alcanzar oscilan entre medios a bajos (escala 2 y 3, respectivamente). Sin embargo, en el periodo de funcionamiento de la obra el análisis no prevé ninguna amenaza, por lo que sus valores fueron en términos de valoración insignificantes (escala tres).

De los posibles impactos negativos que deben ser considerado al momento de ejecutar las medidas de mitigación son: en la generación de ruido producida por los equipos utilizados, los riesgos de accidentes y el riesgo de contaminación producida por los derivados del petróleo.

**Tabla Nº 23: Principales impactos ambientales que genera el proyecto**

Tipo de proyecto	Fases del proyecto	Posibles acciones impactantes	Posibles Efectos esperados	Factor ambiental afectado	Nivel de impacto
Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad El Espinal,	Construcción	Trabajos preliminares, trabajos de fundación	Producción de ruidos	Ruido	3
		Trabajos de fundación e infraestructura	Afectación a la fauna acuática	Fauna	3
			Riesgos de accidentes	Población	3
			Producción de ruidos	Ruido	3
			Riesgos de inundación	Hidrología	2
			Riesgo a la infraestructura pública o privada.	Medio construido	3
			Producción de desechos	Suelos	3
	Funcionamiento del proyecto	Explotación del proyecto	El funciona-miento adecuado del proyecto impacta positivamente porque contribuye a elevar la calidad de vida de la población al mejorar el hábitat.	Calidad de vida	0
			El proyecto impacta la economía local al mejorar la accesibilidad	Economía	

Fuente: Evaluación ambiental comunidad El Espinal

Claves de Nivel de Impacto:

Nivel 1: Alto; Nivel 2: Medio; Nivel 3: Bajo; Nivel cero: cuando el efecto es positivo



### **6.3 Construcción de un miniacueducto por bombeo eléctrico**

#### **6.3.1 Estudios topográficos.**

Se realizó un levantamiento topográfico, en el cual se utilizó una estación total Leica TS02 con su respectivo bastan prisma, brújula y una cinta métrica para medir la altura de la estación, se levantó la línea de conducción (impulsión), el sitio propuesto para el tanque de almacenamiento, viviendas del proyecto y red de distribución.

Según el levantamiento topográfico, se determinó que el proyecto atiende al 100% de la población de la comunidad de El Espinal 108 viviendas 2 capillas, la escuela y el centro de salud.

#### **6.3.2 Componente de agua potable**

Para solventar la necesidad de abastecimiento de agua en la comunidad de El Espinal se ha analizado miniacueducto por bombeo eléctrico, ya que cerca de la comunidad no existen ojos de agua a una elevación adecuada para el abastecimiento de agua por gravedad, se bombeará de una fuente subterránea (pozo perforado) hacia el tanque de almacenamiento ubicado en la parte más alta del sitio en estudio que cuenta con una elevación de 1088.11 msnm y luego será distribuida por gravedad a la población con el objetivo de aprovechar la energía gravitacional, por medio de la red de distribución y conexiones domiciliarias a cada vivienda, para conducir el agua de esta fuente, a la población, el proyecto consistirá de los siguientes componentes.

Componentes

- Obra de captación
- Línea de conducción
- Tanque de almacenamiento
- Clorador CTI - 8
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias

La obra de tratamiento químico en este caso es necesaria porque debe de transformar la calidad bacteriológica del agua a valores mínimos admisibles.

### 6.3.3 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua ubicada en la comunidad de El Espinal, propiedad comunal, consiste en un pozo perforado que está situado a 1095.25 metros del sitio donde se construirá el tanque de almacenamiento. Dicho tanque estará ubicado a una altura aproximada de 1088.11 msnm en el sitio más alto de la comunidad.

Se ha considerado esta fuente fundamentalmente porque de acuerdo a los cálculos primarios, suministra agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado (20 años).

Para la caracterización de la fuente, se consideraron los siguientes criterios: caudal, elevación topográfica, calidad del agua y disponibilidad legal. La fuente de El Espinal ofrece un caudal de explotación de 3.78 l/s según la prueba de bombeo.

**Tabla N° 24: Fuente de abastecimiento**

Pozo El Espinal				
Pozo	Coordenadas UTM		Elevación (msnm)	Caudal (l/s)
El Espinal	578355,81	1443181.66	976.62	3.78

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 0.90 l/s, caudal que corresponde a la demanda de máximo día. Se concluye que la fuente estudiada tiene capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de la población de la comunidad de El Espinal, el caudal de la fuente es de 3.78 l/s mayor que los 0.90 l/s que demanda

la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% de las viviendas mediante 112 conexiones domiciliarias.

#### 6.3.4 Proyección de población y consumo

Por medio del método de progresión geométrica ( $P_n = P_o (1+r)^n$ ) se estimó que dentro de 20 años existirán un total de 636 habitantes en condiciones normales de crecimiento. Se estableció una tasa de crecimiento poblacional anual del 2.5% dado a que la tasa de crecimiento poblacional en el municipio del municipio de Estelí es de 0.4% según el INIDE. (Anuario Estadístico 2016, 2019)

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 0.90 l/s, caudal que corresponde a la demanda de máximo día. Se concluye que la fuente estudiada tiene capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de la población de la comunidad de El Espinal, el caudal de la fuente es de 3.78 l/s mayor que los 0.90 l/s que demanda la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% de las viviendas, dos iglesias, una escuela y un centro de salud mediante 112 conexiones domiciliarias.

**Tabla N° 25: Datos para la proyección de la población y consumo**

Datos para la proyección de la población y consumo	
1.-	Tasa de crecimiento geométrico = 2,5 % (r)
2.-	Dotación = 60 lppd
3.-	Población El Espinal = 388 habitantes. (Po)
4.-	Pérdidas técnicas = 20%
5.-	CPDT = CPD*1.20
6.-	CMD = CPD*1.7
7.-	CMH = CPD*2.7
8.-	Vol. almacenamiento = 35% CPD
9.-	Período de diseño = 20 años. (n)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla Nº 26: Consumo promedio diario**

n	AÑO	Proyección de la población	Consumo promedio diario (CPD)		
			CPD: Dot*Hab (l/día)	20% x CPD pérdidas por Fugas (l/día)	CPDT (LPS)
0	2016	388	23,280.65	17625.37	0.32
1	2017	398	23,862.67	18066.01	0.33
2	2018	408	24,459.23	18517.66	0.34
3	2019	418	25,070.72	18980.60	0.35
4	2020	428	25,697.48	19455.11	0.36
5	2021	439	26,339.92	19941.49	0.37
6	2022	450	26,998.42	20440.03	0.37
7	2023	461	27,673.38	20951.03	0.38
8	2024	473	28,365.21	21474.80	0.39
9	2025	485	29,074.34	22011.67	0.40
10	2026	497	29,801.20	22561.97	0.41
11	2027	509	30,546.23	23126.02	0.42
12	2028	522	31,309.89	23704.17	0.43
13	2029	535	32,092.64	24296.77	0.45
14	2030	548	32,894.95	24904.19	0.46
15	2031	562	33,717.33	25526.79	0.47
16	2032	576	34,560.26	26164.96	0.48
17	2033	590	35,424.27	26819.09	0.49
18	2034	605	36,309.87	27489.56	0.50
19	2035	620	37,217.62	28176.80	0.52
20	2036	636	38,148.06	28881.22	0.53

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 27: Consumo máximo día**

n	Año	Consumo máximo día (CMD)			
		GI/día	GPM	m3/día	LPS
0	2016	12,546	8.71	47.49	0.55
1	2017	12,860	8.93	48.68	0.56
2	2018	13,181	9.15	49.90	0.58
3	2019	13,511	9.38	51.14	0.59
4	2020	13,849	9.62	52.42	0.61
5	2021	14,195	9.86	53.73	0.62
6	2022	14,550	10.10	55.08	0.64
7	2023	14,913	10.36	56.45	0.65
8	2024	15,286	10.62	57.87	0.67
9	2025	15,668	10.88	59.31	0.69
10	2026	16,060	11.15	60.79	0.70
11	2027	16,462	11.43	62.31	0.72
12	2028	16,873	11.72	63.87	0.74
13	2029	17,295	12.01	65.47	0.76
14	2030	17,727	12.31	67.11	0.78
15	2031	18,171	12.62	68.78	0.79
16	2032	18,625	12.93	70.50	0.81
17	2033	19,091	13.26	72.27	0.84
18	2034	19,568	13.59	74.07	0.86
19	2035	20,057	13.93	75.92	0.88
20	2036	20,558	14.28	77.82	0.90

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 28: Consumo máxima hora y almacenamiento**

n	Año	Consumo máxima hora (CMH)			Almacenamiento	
		Gl/día	GPM	LPS	Galones	M3
0	2016	19926.32	12.81	0.81	2,583.04	9.78
1	2017	20424.47	13.13	0.83	2,647.62	10.02
2	2018	20935.08	13.46	0.85	2,713.81	10.27
3	2019	21458.46	13.80	0.87	2,781.65	10.53
4	2020	21994.92	14.14	0.89	2,851.19	10.79
5	2021	22544.80	14.50	0.91	2,922.47	11.06
6	2022	23108.42	14.86	0.94	2,995.54	11.34
7	2023	23686.13	15.23	0.96	3,070.42	11.62
8	2024	24278.28	15.61	0.98	3,147.18	11.91
9	2025	24885.24	16.00	1.01	3,225.86	12.21
10	2026	25507.37	16.40	1.03	3,306.51	12.52
11	2027	26145.05	16.81	1.06	3,389.17	12.83
12	2028	26798.68	17.23	1.09	3,473.90	13.15
13	2029	27468.65	17.66	1.11	3,560.75	13.48
14	2030	28155.36	18.10	1.14	3,649.77	13.82
15	2031	28859.25	18.56	1.17	3,741.01	14.16
16	2032	29580.73	19.02	1.20	3,834.54	14.52
17	2033	30320.24	19.50	1.23	3,930.40	14.88
18	2034	31078.25	19.98	1.26	4,028.66	15.25
19	2035	31855.21	20.48	1.29	4,129.38	15.63
20	2036	32651.59	20.99	1.32	4,232.61	16.02

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.5 Obra de captación

La obra de captación está ubicada en la comunidad de El Espinal, cuya elevación es de 976.62 msnm, estará conformado por un pozo perforado, con una profundidad de 120 pies, caseta de control de bloque de 4 m x 3 m, para un área de 12 m<sup>2</sup>, donde se instalarán los controles eléctricos, una sarta de bombeo de hierro galvanizado de 2".

El pozo deberá equiparse con una bomba sumergible con una potencia de 2.5 HP, que conducirá el agua hasta el tanque de almacenamiento de 4232.61 galones a

una distancia de 1095.25 m y vencer una carga total dinámica de 484.74 pies (C.T.D).

Se observa que el caudal de Consumo Máximo Día en el 2036 es de 0.90 l/s este caudal es el que se utiliza para diseñar la línea de impulsión y el cálculo de la bomba.

Para la selección de los diámetros de tubería, se calcula por medio del método de Bresse, detallado a continuación.

$$\Phi = 1.3 \times X^{1/4} \times \sqrt{Q}$$

Dónde:

$\Phi$  = Diámetro de tubería de descarga (m).

X = # de horas de bombeo por día / 24 horas.

Q= Caudal (m³/s).

Para calcular el diámetro de la tubería de descarga se tendrá que cumplir la siguiente condición, la velocidad de succión deberá ser menor a 1.5 m/s y mayor a 0.6 m/s.

$$\Phi_{Descarga} = 1.3 \times \left(\frac{16}{24}\right)^{1/4} \times \sqrt{0.00090}$$

$$\Phi_{Descarga \text{ calculado}} = 0.035 \text{ m} \approx 1.38''$$

$$\Phi_{Descarga \text{ comercial}} = 0.0375 \text{ m} \approx 1 \frac{1}{2}''$$

$$V_{Descarga} = \left(\frac{4 * Q}{\pi * \Phi^2}\right)$$

$$V_{Descarga} = \left(\frac{4 * 0.00090}{\pi * 0.0375^2}\right)$$

$$V_{Descarga} = 0.81 \text{ m/s}$$

$$\text{Condición} = 0.6 \text{ m/s} < V_{descarga} < 1.5 \text{ m/s; OK}$$

**Tabla N° 29:Características de línea de impulsión**

Línea de impulsión	Diámetro	Velocidad	Observaciones
Tubería de descarga	1.5"	0.81 m/s	Condición = $0.6 \text{ m/s} < (V_{\text{Succión}} = 0.81 \text{ m/s}) < 0.90 \text{ m/s}$ ; OK

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.5.1 Diseño de bomba

Para el cálculo de las pérdidas en la succión y descarga de la bomba se aplicó la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$h_f = 10.548 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * L * D^{-4.87}. \text{ Donde:}$$

$h_f$ = Pérdida de carga en metros

$L$ = Longitud en metros

**Tabla N° 30: Datos para el diseño de bomba y longitudes equivalentes**

Datos para el diseño de la bomba		
Q=	Caudal de diseño	0.00090 m <sup>3</sup> /s
C=	Coeficiente de Hazen Williams	PVC = 150; Ho. Go. =100
D=	Diámetro	0.0375m
$\gamma$ =	Peso específico del agua	9810 N/m <sup>3</sup>
$\epsilon_B$ =	Eficiencia de la bomba	75%
FM=	Factor de mayoración	1.15
$h_p$ =	Profundidad de ubicación de la bomba en el pozo	32 m



Z=	Diferencia de nivel entre el tanque y el pozo	111.49 m
Lr=	Altura de rebose del tanque	1.8 m
Ld=	Longitud de descarga	1127.25 m

#### Longitudes equivalentes accesorios

Vc=	Válvula de compuerta Diam. = 1 1/2"	Leq= 0.3 m (1)
Vr=	Válvula de retención Diam. = 1 1/2"	Leq= 14 m (1)
Mm=	Medidor maestro Diam. = 1 1/2"	Leq= 10 m (1)
Cr=	Cruz Diam. = 1 1/2"	Leq= 1.8 m (1)
C=	Codo de 90° Diam = 1 1/2"	Leq= 1 m (1)
C=	Codo de 45° Diam = 1 1/2"	Leq= 1.2 m (2)
Ud=	Unión dresser Diam = 1 1/2"	Leq= 0.5 m (1)
Pe=	Pérdidas por entrada Diam = 1 1/2"	Leq= 0.7 m
Ps=	Pérdidas por salida Diam = 1 1/2"	Leq= 1 m

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la carga total dinámica (CTD) se realizó con las pérdidas en la succión, la descarga, la diferencia de nivel entre la succión de la bomba y el tanque de almacenamiento.

$$CTD = Z + h_f + h_r + h_p \rightarrow CTD = 109.69 + 4.26 + 1.8 + 32 \text{ m} \rightarrow CTD = 147.75 \text{ m}$$

$$CTD = 484.74 \text{ pies}$$

La potencia de la bomba se calculó con la ecuación.

$$NB = \frac{\gamma * CTD * Q}{0.736 * 1000 * \epsilon_B} * FM$$

$$NB = 2.36 \text{ Hp} \rightarrow NB = 2.5 \text{ Hp}$$

### 6.3.5.2 Golpe de ariete. (Ver anexo X)

Considerando un cierre brusco de energía la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea, el que se ubica al nivel de la estación de bombeo, el golpe de ariete se calculó aplicando la fórmula 23 de Lorenzo de Allievi:

**Tabla Nº 31: Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados**

Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados		
V =	Velocidad m/s	0.81 m/s
Ea =	Módulo de elasticidad del agua	20670 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	Módulo de elasticidad de la tubería	19672.59 kg/cm <sup>2</sup>
D =	Diámetro de la tubería	3.75 cm
E =	Espesor de la pared de la tubería	0.711 cm
Resultados		
H =	Sobrepresión de inercia por el golpe de ariete	40.82 m
Pmax=	Presión máxima	175.79 m

Fuente: Elaboración propia

$$H = \frac{145 \cdot V}{\sqrt{1 + \frac{Ea \cdot D}{Em \cdot e}}} \quad \text{Dónde:} \quad H = \frac{145 \cdot 0.81 \text{ m/s}}{\sqrt{1 + \frac{20670 \text{ kg/cm}^2 \cdot 3.75 \text{ cm}}{19672.59 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0.711 \text{ cm}}}}$$

$$H = 45.92 \text{ m}$$

#### 6.3.5.2.1 Cálculo de la presión máxima

$P_{max} = \text{Presión residual mínima} + \text{sobrepresión. } P_{max} < P_{tubería}$

$$1 \text{ lb/plg}^2 = 2.307 \text{ pies}$$

El tubo SDR 17 soporta 250 lbs/plg<sup>2</sup> (AMANCO, p. 6)

$$P_{\text{tubería}} = (250 \text{ lbs/plg}^2 * 2.307 \text{ pies/lbs/plg}^2 * 0.3048 \text{ m/pies}) = 175.79 \text{ m}$$

$$P_{\text{max}} = (1087.71 \text{ m} - 976.62 \text{ m}) + 45.92 \text{ m} = \mathbf{156.4 \text{ m} < 175.79 \text{ m OK}}$$

### 6.3.6 Línea de conducción

Para el análisis de la línea de conducción por bombeo se consideró un período de diseño de 20 años de acuerdo a las normas de INAA (NTON 09 001-99), y un caudal de 0.90 l/s que corresponde al CMD de acuerdo a la proyección de población y consumo. Tiene una longitud de 1095.25 metros.

En los planos de las líneas de conducción se muestra el diseño hidráulico de la línea de conducción del MABE propuesto el cual se realizó bajo la condición de consumo máximo día.

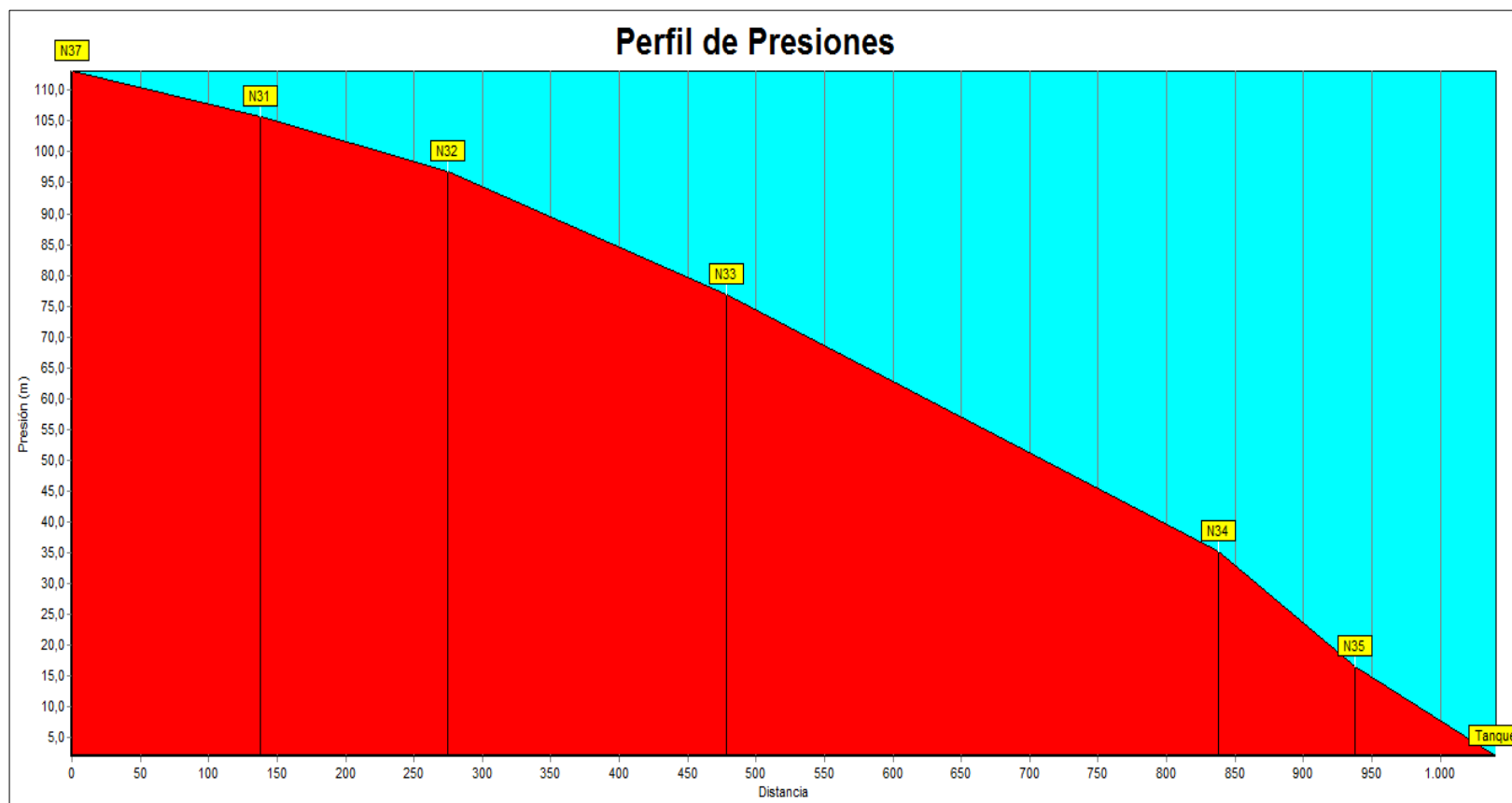
**Tabla N° 32: Tubería de línea de conducción**

<b>Tubo PVC SDR-17</b>	<b>Longitud. (m)</b>	<b>Número de tubos</b>
1 1/2"	502.65	84
<b>Tubo PVC SDR-26</b>	<b>Longitud. (m)</b>	<b>Número de tubos</b>
1 1/2"	592.6	99

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.6.1 Presiones en la línea de conducción

**Gráfico N° 12: Presión en la línea de conducción**



Fuente: Análisis EPANET

### **6.3.7 Régimen de bombeo**

Las consideraciones que se utilizaron para modelar el comportamiento de la bomba es que esta trabajara un máximo de 16 horas al final del periodo de diseño, para tomar en cuenta este aspecto se creó un patrón donde se reflejara el comportamiento del régimen de bombeo quedando de la siguiente manera.

### **6.3.8 Velocidades en la línea de conducción**

El agua en la línea de conducción tiene una velocidad de 0.81 m/s.

### **6.3.9 Tanque de almacenamiento**

A partir de los perfiles altimétricos se seleccionó un sitio adecuado geológica y topográficamente, para garantizar que el sistema cubra con el servicio a toda la comunidad.

Basado en los índices de consumo, las dimensiones internas del tanque de almacenamiento se han calculado de acuerdo al 35% del CPDT con una capacidad de 16.02 m<sup>3</sup> equivalente a 4232.61 galones.

El sitio donde se construirá dicho tanque presenta buenas condiciones de drenaje.

El tanque tendrá las siguientes características:

Tipo de sección : cuadrado.

Dimensiones internas : 3 m de largo x 3 m de ancho x 2.2 m de altura.

Tipo de material : Mampostería concreto ciclópeo.

Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque se consideraron todas las obras complementarias como: válvulas en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, cajas de válvula y válvula de flotador.

### **6.3.10 Tratamiento químico del agua (desinfección). Ver anexo VI, VII y VIII**

Los exámenes se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA) y en los laboratorios de control y calidad de agua de ENACAL

Observaciones generales

- El agua analizada del pozo perforado de El Espinal, presenta turbidez según los resultados de la prueba de laboratorio, y para potabilizarla es necesario tratarla a través de un sedimentador y un filtro lento.

El día 26 de septiembre del 2013, se realizó el muestreo de agua para el examen de calidad de agua físico, químico, bacteriológico y arsénico. Según referencia de laboratorios químicos, S.A LAQUISA. Desde el punto de vista bacteriológico a esta fecha, esta agua es no apta para consumo humano, según normas de O.M.S, (Ver anexo 10, 11 Y 12).

Para potabilizar el agua se requiere de un sistema de desinfección continuo mediante el uso de hipoclorito de sodio, a través clorador (CTI – 8), el cual es de fácil manejo, poco riesgo técnico-económico y de un reducido costo para la operación y el mantenimiento.

El CTI 8 es de bajo costo, de mantenimiento mínimo y no usa electricidad. El aparato subministra una dosis de cloro constante, lo cual elimina parásitos y bacterias eliminando enfermedades como el cólera y la hepatitis.

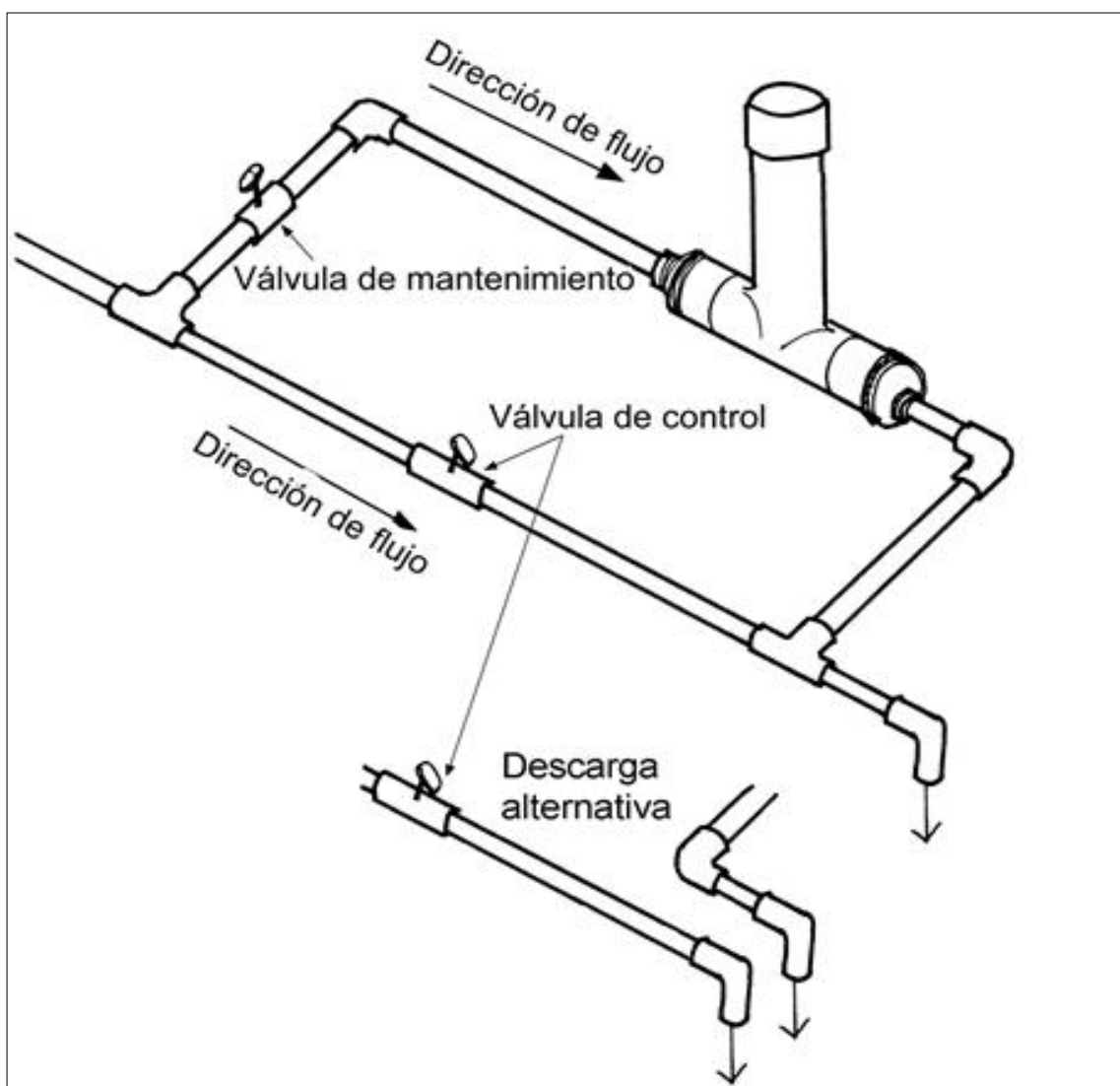
Las partes que integran un clorador CTI – 8, por medio de tabletas son las siguientes:

**Tabla N° 33: Materiales para fabricar el clorador CTI - 8**

Articulo	Cantidad
Tee PVC de 4"x 4"	1
Tubo PVC de 4"	21"
Coples PVC de 4"	2
Tapa PVC de 4"	1
Tubo PVC de 3"	17"
Tabla PVC de ¼"	1,3 pie cuadrado
Pegamento PVC	Lata pequeña
Tornillos (para metal) de acero inoxidable, # 4 x ½"	11

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI - 8

**Figura N° 3: Esquema de un clorador CTI - 8**



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI - 8

Para calcular la cantidad necesaria, se utiliza la formula siguiente: con un flujo de 5 galones por minuto, y la demanda de cloro es 1mg/l litro.

A continuación, se presenta la cantidad de tabletas de cloro de 140 gramos a usarse en todo el período de diseño:

**Tabla Nº 34: Consumo de cloro**

Consumo de cloro					
1 Tableta	140	grs	Igual	140000	mgs
Año	CPDT (Gl/día)	Pastillas por día	Pastillas por semana	Pastillas por mes	Pastillas por año
2016	7380	0.20	1.40	5.99	72.83
2017	7565	0.20	1.43	6.14	74.65
2018	7754	0.21	1.47	6.29	76.52
2019	7948	0.21	1.50	6.45	78.43
2020	8146	0.22	1.54	6.61	80.39
2021	8350	0.23	1.58	6.77	82.40
2022	8559	0.23	1.62	6.94	84.46
2023	8773	0.24	1.66	7.12	86.58
2024	8992	0.24	1.70	7.29	88.74
2025	9217	0.25	1.74	7.48	90.96
2026	9447	0.26	1.79	7.66	93.23
2027	9683	0.26	1.83	7.85	95.56
2028	9925	0.27	1.88	8.05	97.95
2029	10174	0.28	1.93	8.25	100.40
2030	10428	0.28	1.97	8.46	102.91
2031	10689	0.29	2.02	8.67	105.48
2032	10956	0.30	2.07	8.89	108.12
2033	11230	0.30	2.13	9.11	110.82
2034	11510	0.31	2.18	9.34	113.59
2035	11798	0.32	2.23	9.57	116.43
2036	12093	0.33	2.29	9.81	119.35

Fuente: Elaboración propia



#### **6.3.10.1 Red de distribución**

La Red de Distribución es circuito abierto que funcionará por gravedad y tiene una longitud de 3940.86 metros compuesta en su mayoría por tubería PVC SDR - 26. Para determinar la capacidad hidráulica de la red de distribución bajo la condición de máxima hora al final del periodo de diseño, se realizó un preliminar, análisis hidráulico considerando el levantamiento topográfico y la proyección de demandas de consumos.

El consumo de máxima hora al año 2036 es de 1.43 l/s el cual se distribuyó en forma lineal en todos los nodos de la red de distribución, la presión está entre 5 m y 50 m, en cuatro casos excede los 50 m, hasta 62 m, pero no llega a 70 m según el análisis hidráulico realizado en EPANET, las velocidades en la tubería son bastante bajas es por ello que se propone instalar válvulas de limpieza en las partes más bajas de la red de distribución como lo indican las normas de INAA (NTON 09 003-99).

**Tabla N° 35: Tubería de red de distribución**

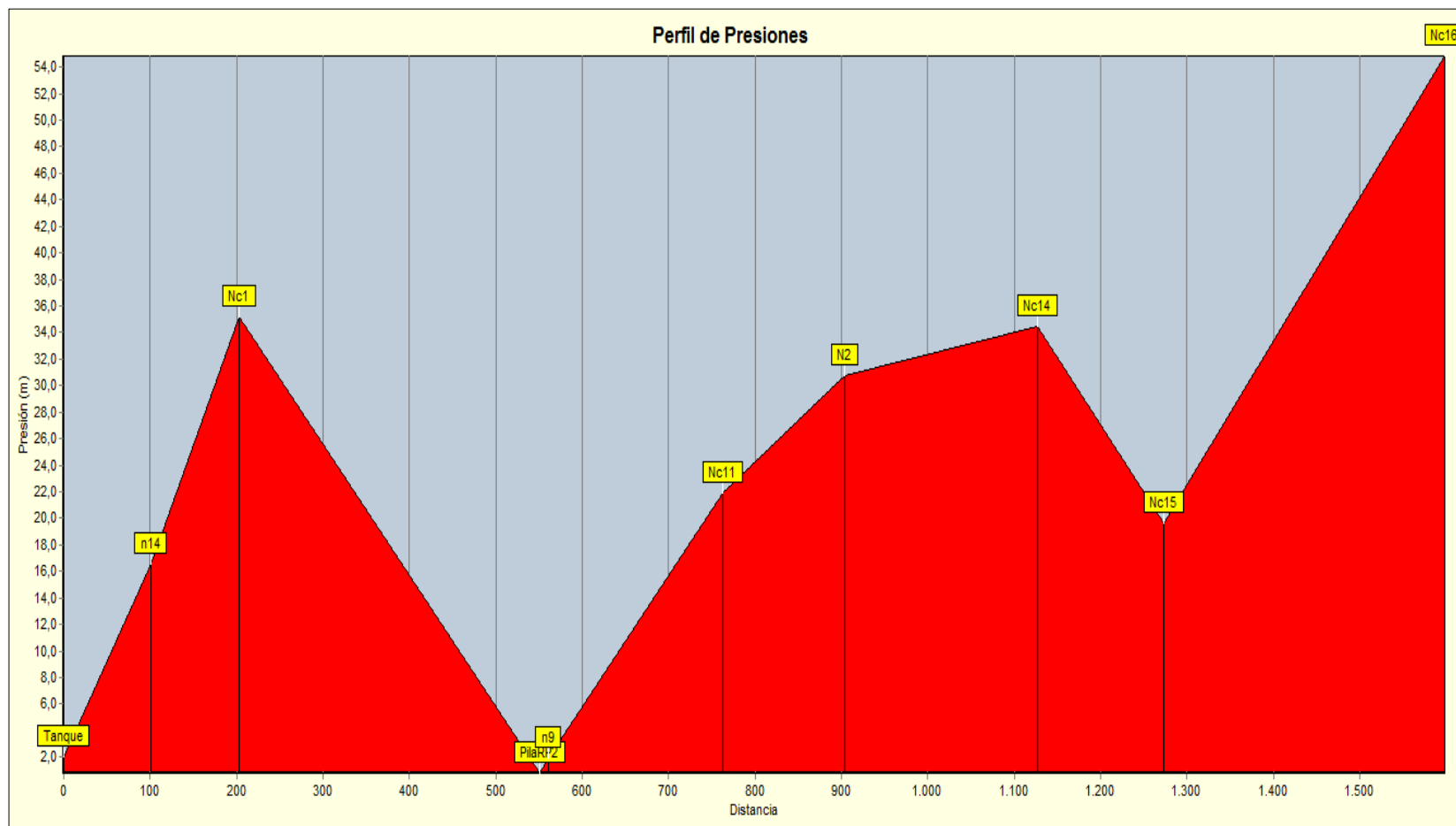
<b>Tubo PVC SDR-26</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Número de tubos</b>
2"	3928.12	655

Fuente: Elaboración propia



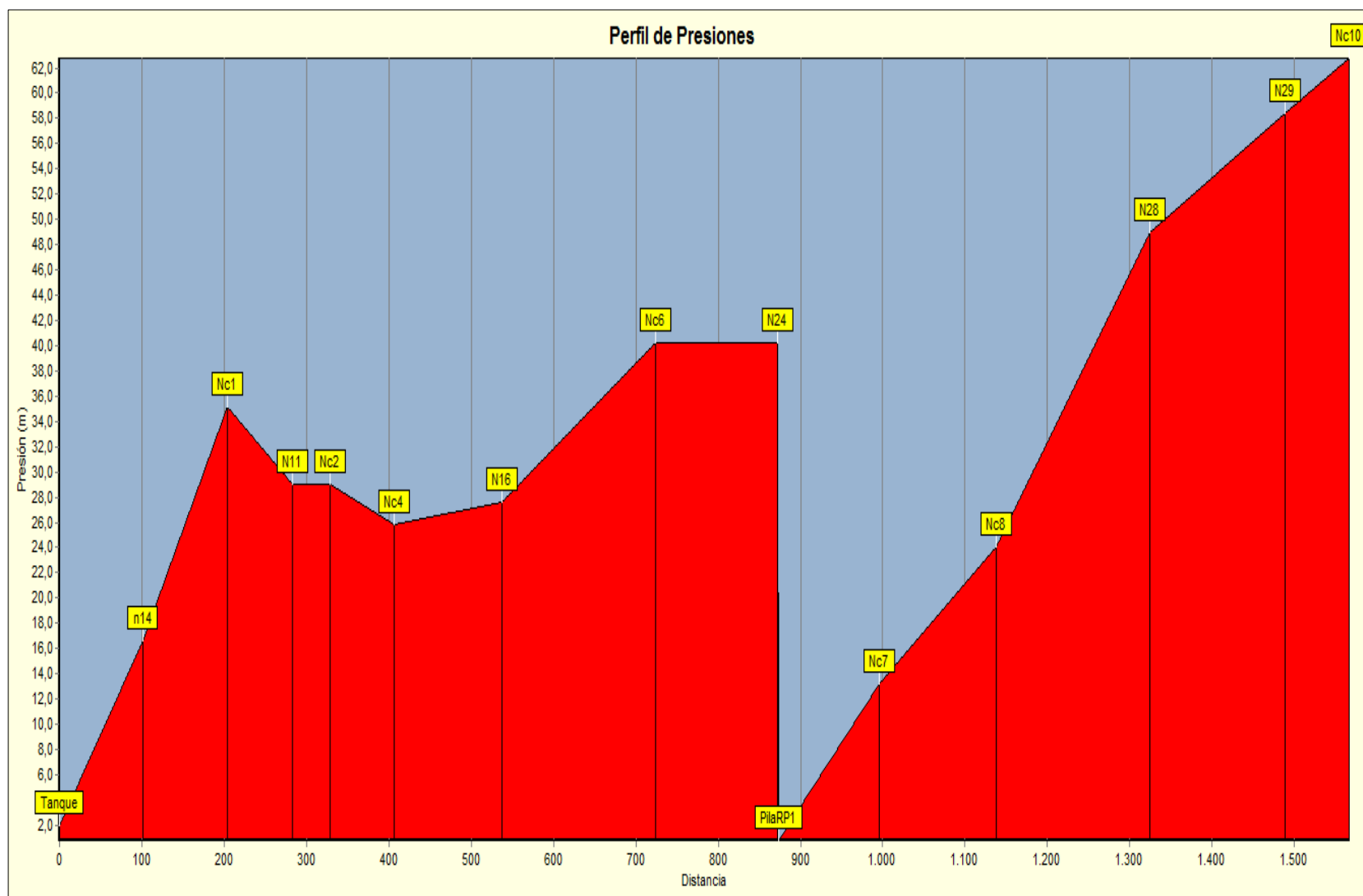
### 6.3.10.1.1 Presiones en la red de distribución

Gráfico N° 13: Presiones en la red de distribución del tanque salida hacia Estelí



Fuente: Análisis EPANET

**Gráfico N° 14: Presiones en la red de distribución del tanque hacia la comunidad de Zompopera**



Fuente: Análisis EPANET

#### **6.3.10.1.2 Velocidades en la red de distribución**

Según la simulación hidráulica realizada en EPANET se obtienen velocidades máximas y mínimas en los diámetros de la tubería, estas velocidades se encuentran dentro de los rangos de velocidades permisibles en tubería (mínima = 0.4 m/s y máxima = 2 m/s), las cuales se encuentra en las NTON 09001-99.

En los casos de velocidades inferiores a la mínima recomendada se ubicarán válvulas de aire en las partes más altas de la red y en las partes más bajas de la red se ubicarán válvulas de limpieza con el objetivo de eliminar los sedimentos, para ver el análisis completo de velocidad véase tabla N° 34.

**Tabla N° 36: Velocidades en la red de distribución**

Estado de las Líneas de la Red				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería T1	102,37	50	0,34	0,17
Tubería T2	33,41	50	0,05	0,03
Tubería T3	74,16	50	0,05	0,03
Tubería T4	45,61	50	0,05	0,03
Tubería T5	67,95	50	0,08	0,04
Tubería T6	65,14	50	0,08	0,04
Tubería T7	107,44	50	0,08	0,04
Tubería T8	329,39	50	0,11	0,06
Tubería T9	148,11	50	0,16	0,08
Tubería T14	45,84	50	0,27	0,14
Tubería T15	80,45	50	0,19	0,09
Tubería T16	132,47	50	0,11	0,05
Tubería T17	187,58	50	0,11	0,05
Tubería T18	145,25	50	0,27	0,14
Tubería T19	188,58	50	0,15	0,07
Tubería T20	165,36	50	0,15	0,07
Tubería T21	80,77	50	0,15	0,07
Tubería T22	58,79	50	0,04	0,02
Tubería T23	71,26	50	0,04	0,02
Tubería T24	163,60	50	0,13	0,07
Tubería T25	219,04	50	0,07	0,04
Tubería T26	104,05	50	0,34	0,17
Tubería T27	123,93	50	0,37	0,19
Tubería T28	11,74	50	0,61	0,31

Fuente: Esquema de red Epanet. Elaboración propia.

**Tabla N° 37: Análisis hidráulico en EPANET (Cero consumo)**

Estado de los Nudos de la Red (cero consumo)					
	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo Nc4	1064,29	0	0,00	1090,11	25,82
Nudo Nc5	1036,60	0	0,00	1090,11	53,51
Nudo Nc8	1025,90	0	0,00	1049,95	24,05
Nudo Nc9	1015,24	0	0,00	1049,95	34,71
Nudo Nc11	993,32	0	0,00	1015,20	21,88
Nudo Nc13	1011,43	0	0,00	1015,20	3,77
Nudo n9	1013,26	0	0,00	1015,20	1,94
Nudo Nc1	1054,91	0	0,00	1090,11	35,20
Nudo n14	1073,53	0	0,00	1090,11	16,58
Nudo Nc16	960,367	0	0,00	1015,20	54,83
Nudo Nc2	1061,05	0	0,00	1090,11	29,06
Nudo Nc3	1035,81	0	0,00	1090,11	54,30
Nudo Nc15	995,564	0	0,00	1015,20	19,64
Nudo Nc14	980,70	0	0,00	1015,20	34,50
Nudo N2	984,40	0	0,00	1015,20	30,80
Nudo N11	1061,14	0	0,00	1090,11	28,97
Nudo N12	1047,95	0	0,00	1090,11	42,16
Nudo N13	1056,62	0	0,00	1090,11	33,49
Nudo N15	1042,23	0	0,00	1090,11	47,88
Nudo N16	1062,51	0	0,00	1090,11	27,60
Nudo Nc6	1049,88	0	0,00	1090,11	40,23
Nudo N24	1049,85	0	0,00	1090,11	40,26
Nudo Nc7	1036,75	0	0,00	1049,95	13,20
Nudo N26	1019,91	0	0,00	1049,95	30,04
Nudo N27	1024,68	0	0,00	1049,95	25,27
Nudo N28	1000,98	0	0,00	1049,95	48,97
Nudo N29	991,55	0	0,00	1049,95	58,40
Nudo Nc10	987,18	0	0,00	1049,95	62,77
Nudo Nc12	1000,56	0	0,00	1015,20	14,64

Fuente: Esquema de red Epanet. Elaboración propia.

**Tabla N° 38: Análisis hidráulico en EPANET (Máximo consumo)**

Estado de los Nudos de la Red (Máximo consumo)					
	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo Nc4	1064,29	0,027	0,03	1089,85	25,56
Nudo Nc5	1036,60	0,051	0,05	1089,85	53,25
Nudo Nc8	1025,90	0,049	0,05	1049,75	23,85
Nudo Nc9	1015,24	0,081	0,08	1049,74	34,50
Nudo Nc11	993,32	0,197	0,20	1014,68	21,36
Nudo Nc13	1011,43	0,073	0,07	1014,65	3,22
Nudo n9	1013,26	0	0,00	1015,17	1,91
Nudo Nc1	1054,91	0,069	0,07	1089,94	35,03
Nudo n14	1073,53	0	0,00	1090,03	16,49
Nudo Nc16	960,367	0,110	0,11	1014,40	54,03
Nudo Nc2	1061,05	0,042	0,04	1089,87	28,82
Nudo Nc3	1035,81	0,044	0,04	1089,87	54,06
Nudo Nc15	995,564	0,050	0,05	1014,43	18,87
Nudo Nc14	980,70	0,126	0,13	1014,46	33,76
Nudo N2	984,40	0	0,00	1014,60	30,20
Nudo N11	1061,14	0	0,00	1089,90	28,76
Nudo N12	1047,95	0	0,00	1089,87	41,92
Nudo N13	1056,62	0	0,00	1089,85	33,23
Nudo N15	1042,23	0	0,00	1089,85	47,62
Nudo N16	1062,51	0	0,00	1089,84	27,33
Nudo Nc6	1049,88	0,107	0,11	1089,82	39,94
Nudo N24	1049,85	0	0,00	1089,82	39,97
Nudo Nc7	1036,75	0,094	0,09	1049,83	13,08
Nudo N26	1019,91	0	0,00	1049,75	29,84
Nudo N27	1024,68	0	0,00	1049,75	25,07
Nudo N28	1000,98	0	0,00	1049,72	48,74
Nudo N29	991,55	0	0,00	1049,69	58,14
Nudo Nc10	987,18	0,146	0,15	1049,68	62,50
Nudo Nc12	1000,56	0,055	0,05	1014,66	14,10

Fuente: Esquema de red Epanet. Elaboración propia.

### 6.3.10.2 Nivel de servicio

La distribución del agua a las viviendas será por medio de conexiones domiciliarias de patio, en cada una de las 108 viviendas, dos iglesias, un centro de salud y una escuela con sus respectivos medidores, para alcanzar una cobertura del 100% de la población.



Para definir el nivel de servicio por conexiones domiciliarias de patio, se ha tomado en cuenta el índice de consumo promedio diario es de 0.53 l/s, el caudal producido por la fuente seleccionada que es de 3.78 l/s, la configuración de la comunidad, criterios técnicos y normas de diseño.

#### **6.4 Costo total del proyecto**

El costo del proyecto es de (C\$ 1,751802.19), (ver anexo N° 4) incluyendo los componentes de agua potable, saneamiento, educación, protección de fuentes, capacitación y visibilidad del proyecto.

#### **6.5 Costos de administración, operación y mantenimiento**

Los costos de administración incluyen compra de papelería, salario de operador de equipo, salario de cobrador, salario de fontanero, viáticos, fotocopias, y telefonía. Los costos de operación incluyen pago de energía eléctrica, compra de cloro, análisis de agua. Los costos de mantenimiento incluyen desinfección, limpieza del tanque, reparación en la red de distribución, reparación en el tanque de almacenamiento, mantenimiento de sarta y válvulas, mantenimiento de equipo de bombeo, reposición de equipo de bombeo cada 5 años, reposición de equipo de cloración cada 2 años y reemplazo de medidores 10 cada año. (Metodología de Preinversion para proyectos de agua y saneamiento., 2010)

**Tabla N° 39: Costos de administración, operación y mantenimiento**

Costos de Administración Operación Y Mantenimiento						
Año	Costos de Administración en C\$	Costos de Operación en C\$	Costos de Mantenimiento en C\$	Costo Anual en C\$	Costo en C\$ m <sup>3</sup>	Tarifa por vivienda en C\$
2016	76,156	31,772.18	36,300.00	144,228.62	16.97	111.29
2017	76,156	32,120.13	36,300.00	144,576.57	16.60	108.84
2018	76,156	32,476.78	36,300.00	144,933.22	16.23	106.44
2019	76,156	32,842.34	36,300.00	145,298.78	15.88	104.11
2020	76,156	33,217.05	36,300.00	145,673.49	15.53	101.83
2021	76,156	33,601.12	36,300.00	146,057.56	15.19	99.61
2022	76,156	33,994.80	36,300.00	146,451.24	14.86	97.44
2023	76,156	34,398.32	36,300.00	146,854.76	14.54	95.33
2024	76,156	34,811.92	36,300.00	147,268.36	14.22	93.26
2025	76,156	35,235.87	36,300.00	147,692.31	13.92	91.25
2026	76,156	35,670.41	36,300.00	148,126.85	13.62	89.29
2027	76,156	36,115.82	36,300.00	148,572.26	13.33	87.37
2028	76,156	36,572.36	36,300.00	149,028.80	13.04	85.50
2029	76,156	37,040.32	36,300.00	149,496.76	12.76	83.68
2030	76,156	37,519.97	36,300.00	149,976.41	12.49	81.90
2031	76,156	38,011.62	36,300.00	150,468.06	12.23	80.16
2032	76,156	38,515.55	36,300.00	150,971.99	11.97	78.47
2033	76,156	39,032.09	36,300.00	151,488.53	11.72	76.82
2034	76,156	39,561.54	36,300.00	152,017.98	11.47	75.21
2035	76,156	40,104.23	36,300.00	152,560.67	11.23	73.63
2036	76,156	40,660.48	36,300.00	153,116.92	11.00	72.10

Fuente: Elaboración propia

## **Conclusiones**

- Los resultados del estudio socioeconómico reflejan que la población tiene la capacidad de pago por el servicio de agua potable y que el 98.33% de los habitantes de la comunidad les gustaría tener el servicio de agua potable.
- Se realizó el levantamiento topográfico concluyendo, que la topografía del sitio del proyecto es ondulada con fuertes pendientes.
- La fuente de agua a explotar es un pozo perforado en la comunidad de El Espinal ubicado en las coordenadas UTM: 578355.81; 1443181.86; con una elevación de 976.62 msnm, con un caudal de 3.78 l/s. Según el estudio realizado el agua de este pozo es apta para consumo humano y abastece al 100% de la población de la comunidad.
- En la red de distribución se analizó utilizando el software EPANET, resultando que en la distribución se usaran tuberías de 2". En algunos tramos de la red se encontraron velocidades inferiores a las permisibles, en este caso se propone utilizar válvulas de aire y vacío en las partes más altas y en las partes más bajas de la red utilizar válvulas de limpieza, con respecto a la presión se construirán dos pilas rompe presión para bajar las presiones.
- Se elaboraron plano a detalle con el fin de brindar toda la información necesaria y las pautas que se han de seguir para poder construir el sistema.
- Se realizó la proyección presupuestal para la ejecución y vida útil del sistema. Determinamos que el sistema propuesto es el más adecuado para la zona y tiene un costo total de \$61,525.19 (Sesenta y un mil, quinientos veinticinco córdobas con diecinueve centésimas).
- Al realizar la evaluación de emplazamiento para valorar las características del lugar donde se construirá el sistema de captación y el tanque de

almacenamiento, el histograma resultante nos indicó que es poco peligroso y hay una “baja peligrosidad ambiental” ya que obtuvimos un valor de 2.2 en la Escala proporcionada por SISGA-FISE para realizar evaluaciones de emplazamiento.

- Los planos contienen las obras a construir en el proyecto.

## Recomendaciones

- Se recomienda la ejecución del proyecto, considerando que cumple con los criterios de viabilidad económica, técnica, social, ambiental y de sostenibilidad.
- Eliminar los focos de contaminación en un radio mínimo de 30 metros.
- Obtener los documentos de legalidad de los terrenos seleccionados para la construcción del tanque de almacenamiento y captación de la fuente subterránea; así como servidumbre de pase y para las pilas rompe carga.
- Impulsar campañas de reforestación en el área de captación (micro cuenca) a fin de garantizar el abastecimiento de agua potable de la población durante el período de diseño.
- Realizar labores de limpieza y desinfección en el tanque de almacenamiento cada seis meses.
- El Consejo de **CAPS** conformado, debe siempre asegurar el local adecuado para la realización de los talleres de capacitación.
- Gestionar apoyo institucional con la finalidad de fortalecer el funcionamiento de los CAPS para garantizar una capacitación continua de sus miembros en la parte administrativa, operación y mantenimiento del sistema.
- Asegurar los insumos necesarios para el mantenimiento preventivo y correctivo, para garantizar un stock de repuestos que no sean posibles fabricar o comprar localmente.

## **Bibliografía**

Alcaldía de Estelí. (2012). Caracterizaciones. Alcaldía, Estelí.

AMANCO. (s.f.). Manual técnico para tuberías plásticas. 73.

Aparicio Mijares, F. J. (1992). Fundamentos de hidrología de superficie. Mexico: LIMUSA.

Associación catalana d' enginyeria sense fronteres. (Abril de 2005). Tecnología para el desarrollo humano y acceso a los servicios básicos. Recuperado el 9 de Abril de 2016, de [http://www.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/modulo\\_4\\_ISF\\_vdef.pdf](http://www.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/modulo_4_ISF_vdef.pdf).

CORASCO. (2008). Manual para la revisión de estudios topográficos. Managua: CORASCO.

Elena, B. A. (1999). Apuntes de ingeniería sanitaria I. Managua: Dpto. de hidráulica - FTC - UNI - RUPAP.

FISE. (Junio de 2007). Manual de administracion del ciclo del proyecto – MACPM. Recuperado el 2 de Junio de 2012, de [http://www.fise.gob.ni/images/capitulo\\_ii\\_preinversion.pdf](http://www.fise.gob.ni/images/capitulo_ii_preinversion.pdf)

INAA (NTON 09 001-99). (1998). Norma técnica obligatoria nicaraguense para el abastecimiento de agua potable en la zona rural.

INAA (NTON 09 003-99). Junio - 2000). Norma técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua.

INIDE. (11 de Junio de 1995-2005). Recuperado el 26 de mayo de 2012, de <http://www.inide.gob.ni/censos2005/Monografias/León.pdf>

Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA). (1989). Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99). Managua.

Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA). (1989). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99). Managua.

López, M. (sf). Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable.

McCormac, J. (2007). Topografía. Mexico: LIMUSA, S.A.

Nassir, S. C., & Reinaldo, S. C. (2008). Preparación y evaluación de proyectos (Quinta ed.). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Opazo, F. U., & Jenkins, D. (1998). Manual de tratamiento de aguas. Mexico: LIMUSA, S.A.

SNIP. (2005). Guía de preinversión para proyectos de agua potable rural. Managua.

Torres, I. S. (1982). Hidrogeología (Vol. Hidrogeología). (I. S. Torres, Ed.) La Habana: Pueblo y educación.

Wikipedia. (sf). Topografía. Recuperado el 15 de Agosto de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Topograf%C3%ADa>

# **ANEXOS**



## Anexo I:Costos de administración anual

1	2	3	4	5	6	7	8
No	AÑO	CPDT (Gl/día)	Horas de Operación por día	Horas de Operación por Año	Costos de Administración Anual		
					Papelería	Salario de Operador	Total de Administración
0	2016	7380	24	8760	6000	70156.44	76156.44
1	2017	7565	24	8760	6000	70156.44	76156.44
2	2018	7754	24	8760	6000	70156.44	76156.44
3	2019	7948	24	8760	6000	70156.44	76156.44
4	2020	8146	24	8760	6000	70156.44	76156.44
5	2021	8350	24	8760	6000	70156.44	76156.44
6	2022	8559	24	8760	6000	70156.44	76156.44
7	2023	8773	24	8760	6000	70156.44	76156.44
8	2024	8992	24	8760	6000	70156.44	76156.44
9	2025	9217	24	8760	6000	70156.44	76156.44
10	2026	9447	24	8760	6000	70156.44	76156.44
11	2027	9683	24	8760	6000	70156.44	76156.44
12	2028	9925	24	8760	6000	70156.44	76156.44
13	2029	10174	24	8760	6000	70156.44	76156.44
14	2030	10428	24	8760	6000	70156.44	76156.44
15	2031	10689	24	8760	6000	70156.44	76156.44
16	2032	10956	24	8760	6000	70156.44	76156.44
17	2033	11230	24	8760	6000	70156.44	76156.44
18	2034	11510	24	8760	6000	70156.44	76156.44
19	2035	11798	24	8760	6000	70156.44	76156.44
20	2036	12093	24	8760	6000	70156.44	76156.44

Columna # 2. Año de inicio y Finalización del Proyecto
Columna # 3. Galones por Día del año 0 al Año 20
Columna # 4. Horas de Operación por Día del Año 0 al Año 20
Columna # 5. Horas de Operación por Año
Columna # 6. Papelería y útiles de oficina C\$ 6000 Anual
Columna # 7. Salario de Operador C\$ 5846.37 Mensual
Columna # 8.Costo Total de Administración por Año

## Anexo II:Costos de operación anual

9	10	11	12	13	14
Costo de Operación Anual					
Costo de energía eléctrica	Volumen de Agua m <sup>3</sup> /Año	Hipoclorito de Calcio en tabletas	Costo de Hipoclorito de calcio	Análisis de Agua	Total de Operación
13854.12	10203.6	72.8	3641.7	4000.0	31772.2
13854.12	10458.7	74.7	3732.7	4000.0	32120.1
13854.12	10720.1	76.5	3826.0	4000.0	32476.8
13854.12	10988.1	78.4	3921.7	4000.0	32842.3
13854.12	11262.8	80.4	4019.7	4000.0	33217.1
13854.12	11544.4	82.4	4120.2	4000.0	33601.1
13854.12	11833.0	84.5	4223.2	4000.0	33994.8
13854.12	12128.8	86.6	4328.8	4000.0	34398.3
13854.12	12432.1	88.7	4437.0	4000.0	34811.9
13854.12	12742.9	91.0	4547.9	4000.0	35235.9
13854.12	13061.4	93.2	4661.6	4000.0	35670.4
13854.12	13388.0	95.6	4778.2	4000.0	36115.8
13854.12	13722.7	98.0	4897.6	4000.0	36572.4
13854.12	14065.7	100.4	5020.1	4000.0	37040.3
13854.12	14417.4	102.9	5145.6	4000.0	37520.0
13854.12	14777.8	105.5	5274.2	4000.0	38011.6
13854.12	15147.3	108.1	5406.1	4000.0	38515.6
13854.12	15525.9	110.8	5541.2	4000.0	39032.1
13854.12	15914.1	113.6	5679.7	4000.0	39561.5
13854.12	16311.9	116.4	5821.7	4000.0	40104.2
13854.12	16719.7	119.3	5967.3	4000.0	40660.5

Columna # 9. Costo de energía eléctrica,  $0,746 * Hp * C\$ 2,12 * \text{tiempo de bombeo}$

Columna # 10. Volumen de agua m<sup>3</sup> por año

Columna # 11. Hipoclorito de sodio en (grs/día \* 365 días)/1000 grs/Kgs

Columna # 12. Costo de hipoclorito de calcio C\$ 50 cada tableta

Columna # 13. Análisis de agua C\$ 2000 semestral

Columna # 14. Costo total de operación por año

### Anexo III:Costos de mantenimiento anual

15	16	17	18	19	20
Costo de mantenimiento Anual					
Desinfección y Limpieza del Tanque	Reparación en La Red de Distribución	Reparación de Tanque de Almacenamiento	Válvulas, Equipo de Cloración, Reemplazo de Medidores y Reparación de tanque de almacenamiento	Total de Mantenimiento	Costo Total anual
1200	3600	3000	28500	36300	144228.62
1200	3600	3000	28500	36300	144576.57
1200	3600	3000	28500	36300	144933.22
1200	3600	3000	28500	36300	145298.78
1200	3600	3000	28500	36300	145673.49
1200	3600	3000	28500	36300	146057.56
1200	3600	3000	28500	36300	146451.24
1200	3600	3000	28500	36300	146854.76
1200	3600	3000	28500	36300	147268.36
1200	3600	3000	28500	36300	147692.31
1200	3600	3000	28500	36300	148126.85
1200	3600	3000	28500	36300	148572.26
1200	3600	3000	28500	36300	149028.80
1200	3600	3000	28500	36300	149496.76
1200	3600	3000	28500	36300	149976.41
1200	3600	3000	28500	36300	150468.06
1200	3600	3000	28500	36300	150971.99
1200	3600	3000	28500	36300	151488.53
1200	3600	3000	28500	36300	152017.98
1200	3600	3000	28500	36300	152560.67
1200	3600	3000	28500	36300	153116.92

Columna # 15. Desinfección y Limpieza del Tanque C\$ 1200 anual

Columna # 16, Reparación de la Red de Distribución C\$ 3600 anual

Columna # 17. Reparación del Tanque de almacenamiento C\$ 3000 anual

Columna # 18. Mantenimiento de sarta y válvulas, C\$ 5000, Mantenimiento de equipo de bombeo C\$ 10000, Reposición de equipo de bombeo C\$ 5000 Reposición de Equipo de Cloración, C\$ 2500 y Reemplazo de Medidores 10 cada año C\$ 6000, total anual C\$ 28500 Anual

Columna # 19. Costo Total de Administración, Operación y Mantenimiento Anual

Columna # 20. Costo Total de Administración, Operación y Mantenimiento Mensual

## Anexo IV: Presupuesto del Proyecto

Proyecto: Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad El Espinal					
Departamento:		Estelí Tasa de cambio		28.4734	
Municipio:		Estelí			
Fecha:		_24 / 05_ / 2016_			
NO	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTE TOTAL C\$
<b>310</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>49,393.70</b>
<b>31001</b>	<b>LIMPIEZA INICIAL</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>4,100.86</b>	<b>2.16</b>	<b>8,857.86</b>
	LIMPIEZA INICIAL PARA PREDIO DE CAPTACIÓN	M <sup>2</sup>	80	4	172.8
	LIMPIEZA INICIAL PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	M <sup>2</sup>	3,940.86	4	8,512.26
	LIMPIEZA INICIAL PARA PREDIO DE TANQUE	M <sup>2</sup>	80	4	172.8
<b>31002</b>	<b>TRAZO Y NIVELACIÓN</b>	<b>M</b>	<b>5,036.11</b>	<b>6.77</b>	<b>34,086.63</b>
<b>93599</b>	TRAZO DE EJE DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE (INCLUYE ESTACAS DE MADERA)	M	5,036.11	8.25	34,086.63
<b>31005</b>	<b>RÓTULOS</b>	<b>C/U</b>	<b>1.00</b>	<b>6,449.22</b>	<b>6,449.22</b>
<b>04277</b>	RÓTULO TIPO FISE DE 1,22M X 2,44M (ESTRUCTURA METÁLICA & ZINC LISO) CON BASE DE CONCRETO REF	C/U	1.00	7,587.31	6,449.22
<b>320</b>	<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>	<b>M</b>	<b>592.6</b>	<b>215.81</b>	<b>127,887.15</b>
<b>32001</b>	<b>EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>1095.25</b>	<b>55.68</b>	<b>32,929.68</b>
<b>92227</b>	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL PARA TUBERÍA	M <sup>3</sup>	1095.25	55.68	32,929.68
<b>32004</b>	<b>RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>1095.25</b>	<b>26.98</b>	<b>29,546.91</b>
<b>92226</b>	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL PARA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN	M <sup>3</sup>	1095.25	49.96	29,546.91
<b>32006</b>	<b>PRUEBA HIDROSTÁTICA</b>	<b>c/u</b>	<b>4</b>	<b>1,067.61</b>	<b>4,270.44</b>
<b>93282</b>	PRUEBA HIDROSTÁTICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERÍA HASTA DIAM. = 4", L HASTA 300M PARA PROYECTO. A. P	c/u	4	1,301.96	4,270.44
<b>32008</b>	<b>TUBERÍA DE DIÁMETRO</b>	<b>M</b>	<b>592.6</b>	<b>66.58</b>	<b>39,458.17</b>
<b>92341</b>	TUBERÍA DE PVC Diam = 1 1/2" (SDR-26) (NO INCL EXCAVACIÓN)	M	592.6	33.33	16,788.65
	TUBERÍA DE PVC Diam = 1 1/2" (SDR-17) (NO INCL EXCAVACIÓN)	M	502.65	55	22,669.52
<b>32003</b>	<b>INSTALACIÓN DE TUBEÍA</b>	<b>M</b>	<b>1095.25</b>	<b>15</b>	<b>16428.75</b>
<b>93613</b>	INSTALACIÓN DE TUBEÍA DE PVC Diam = 1 1/2" (SDR-26) (SOLO MANO DE OBRA)	M	1095.25	15	16428.75

32508	OBRAS VARIAS	C/U	10	525.32	5,253.20
03532	BLOQUE DE REACCIÓN DE CONCRETO DE 3000 PSI REF DE 0,50m C/ANCLAJE P/ACCESORIOS CON ANCLAJE DE VARILLA DE HIERRO	C/U	10	521.55	4,433.20
	BLOQUE DE REACCIÓN DE CONCRETO DE 3000 PSI REF DE 0,50m C/ANCLAJE P/ACCESORIOS CON ANCLAJE DE VARILLA DE HIERRO (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	5	200	820
330	RED DE DISTRIBUCIÓN	M	3,993.66	134.14	535,721.93
33001	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	M³	3,940.86	55.68	118,485.52
92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL PARA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN	M³	3,940.86	55.68	118,485.52
33004	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M³	3,940.86	26.98	106,313.84
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL PARA TUBERÍA	M³	3,940.86	49.96	106,313.84
33007	PRUEBA HIDROSTÁTICA	C/U	14	1,067.61	14,946.52
93282	PRUEBA HIDROSTÁTICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERÍA HASTA DIAM. = 4", L HASTA 300M PARA PROYECTO. A. P	C/U	14	1,301.96	14,946.52
33009	TUBERÍA DE 11/2" DE DIÁMETRO	M	52.80	327.55	17,294.71
04103	CRUCE AEREO CON TUBERÍA DE Ho. Go. Diam = 11/2" CON CABLE DE ACERO Diam = 3/8" SIN PILOTES	M	16	697.12	9,480.77
04281	CRUCE DE PUENTE CON TUBERÍA DE Ho. Go. Diam = 11/2" CON BLOQUE DE CONCRETO	M	36.8	249.81	7,813.95
33010	TUBERÍA DE 2" DE DIÁMETRO	M	3940.86	46.75	184,235.21
92341	TUBERÍA DE PVC Diam = 2" (SDR-26) (NO INCL EXCAVACIÓN)	M	3,940.86	55.00	184,235.21
32003	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	M	3,940.86	14.76	58,167.09
93613	INSTALACIÓN DE TUBEÍA DE PVC Diam = 2" (SDR-26) (SOLO MANO DE OBRA)	M	3940.86	18	58,167.09
33025	VALVULAS Y ACCESORIOS	GBL	1	36,279.03	36,279.03020
02137	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diam = 2" CON PROTECTOR DE TUBO DE Ho. Go. INCLUYE EXC	C/U	8	3,175.83	21,595.65
03148	VALVULA DE LIMPIEZA DE BRONCE Diam = 2" CON 1m TUBO DE PVC Diam = 4" (SDR-26) Y TEE REDUCTORA LISA DE PVC	C/U	4	2809.2496	9551.44864
94961	CODO DE 45º PVC Diam = 2"	C/U	10	60	510.00
93514	TAPÓN EMBRA LISO DE PVC Diam = 2"	C/U	8	18.72	127.32
93598	BLOQUE DE REACCIÓN DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS	C/U	18	214.62	3,283.71
92849	BLOQUE DE RECCIÓN DE CONCRETO PARA VALVULAS	C/U	14	101.76	1,210.90
335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	GBL	1	166,467.46	166,467.46
33501	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO	GBL	1	7,616.97	7,616.97
95569	EXCAVACIÓN MANUAL EN T. NATURAL PROF = DE 0,00 a 1 m	M³	35.29	103.52	1,972.78

93398	EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRÉSTAMO	M <sup>3</sup>	27.21	71.16	1,045.55
95502	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT SELECTO A 9 KMS CARGA MANUAL A8INCLUYE DERCHO DE EXPLOTACIÓN)	M <sup>3</sup>	35.21	162.87	3,096.99
		M <sup>4</sup>			
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M <sup>3</sup>	25.21	49.96	679.96
95453	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE PIEDRA BOLON A 0,6 KM (NO INCL. COSTO DE P. BOLÓN)	M <sup>3</sup>	21	72.46	821.67
<b>33502</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MAMPOSTERIA</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>137,310.23</b>	<b>137,310.23</b>
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam = 1/2", # 4	LBS	744.38	14.97	9,469.08
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam = 3/8", # 3	LBS	413.69	14.97	5,262.45
93353	HIERRO (EN VARILLAS) (GRADO 40) Diam = 1/4", # 2	LBS	235.50	14.97	2,995.74
92286	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	1,393.57	1.73	1,973.95
92009	CONCRETO DE 3000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M <sup>3</sup>	8.74	2,947.50	21,896.97
92003	CONCRETO DE 2500 PSI (MEZCLADO A MANO) PARA ANDEN Y CANAL SIN REF	M <sup>3</sup>	4.04	2,659.64	9,128.70
95484	CONCRETO CICLOPEO (CONSIDERANDO PIEDRA BOLÓN DEL SITIO) NO INCL. CLASIFICACIÓN NI ACARREO DE P. BOLÓN	M <sup>3</sup>	21	1,299.14	23,189.67
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M <sup>3</sup>	12.78	700	7,334.57
02856	MURO DE CONCRETO CICLOPEO (CONS. PIEDRA BOLON DEL SITIO) SECC. TRAPESOIDAL (SOLO MANO DE OBRA)	M <sup>3</sup>	21	600	10,332.00
95522	TAPA DE ACERO (A-36) DE 0,70m X 0,70m, Esp = 1/8" CON DOS CANDADOS MEDIANOS (INCLUYE PINTURA ANTICORROSIVA)	C/U	1	710.75	604.14
93149	CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO CUARTERÓN DE 2" X6" X12" DE 0,60 m x 0,60 m, H = 0,80 m	c/u	2	2,551.64	4,337.79
94966	CODO DE PVC Diam = 2" X 90°	c/u	2	51.80	88.05
	CODO DE Ho. Go. DE 2" X 90° EXTREMOS ROSCABLES	C/U	3	189.38	482.93
93848	CODO DE Ho. Go. DE 2" X 45° EXTREMOS ROSCABLES	C/U	4	189.88	645.60
93847	CODO DE Ho. Go. DE 3" X 90°	C/U	2	481.64	818.78
94006	TEE DE PVC Diam = 2"	C/U	2	185.72	315.72
02137	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diam = 2" CON PROTECTOR DE TUBO DE Ho. Go. INCLUYE EXC	C/U	3	3,175.83	8,098.37
92853	TUBERÍA DE Ho.Go. Diam = 2" (NO INCL. EXCAVACIÓN)	M	12	481.42	4,910.45
93873	TUBO PARA RESPIRADERO DE Ho.Go Diam = 3"	M	6	306.67	1,564.02
95548	IMPERMEABILIZACIÓN DE PAREDES DE TANQUE CONCRETO CON SIKADUR-32T	M <sup>2</sup>	42	207.26	7,399.27
92387	FORMALETA PARA FONDO DE ENTREPISO	M <sup>2</sup>	9	218.63	1,672.52
92388	FORMALETA PARA FUNDACIONES	M <sup>2</sup>	6.42	227.31	1,240.45
92371	FORMALETA PARA MUROS	M <sup>2</sup>	24	165.85	3,383.34
93595	DESENCOFRAR FORMALETAS EN VIGAS, MUROS Y ENTREPISO	M <sup>2</sup>	39.42	21.61	698.46
92022	NIVELETA DOBLE DE 1,50 m x 1,50 m	C/U	4	87.44	297.30
92160	PIQUETEIO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M <sup>2</sup>	75	16.87	683.32
92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M <sup>2</sup>	75	151.31	9,305.37
<b>33508</b>	<b>CERCAS PERIMETRALES</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>17,576.99</b>	<b>17,576.99</b>
92067	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PÚAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO PRETENSADO A CADA 2,50 m	M	80	221.71	15,076.10
93056	PUERTA DE ALAMBRE DE PÚAS CAL. # 13 Y MADERA BLANCA	C/U	1	401.05	340.89

92067	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PÚAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO PRETENSADO A CADA 2,50 m (SOLO MANO DE OBRA)	M	80	50	2,160
33507	<b>OTRO TIOPO DE OBRAS</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>3,963.27</b>	<b>3,963.27</b>
92445	HIPOCLORADOR DE PLÁSTICO CAP. = 33 GALONES	C/U	1	525.79	446.92
	VALVULA (O LLAVE) DE PASE DE BOLA Diam = 1/2"	C/U	1	365.12	310.35
03312	CASETA DE MADERA ROJA + CUBIERTA DE TECHO DE ZINC + FORRO DE PLYCEM LISO PARA CLORADOR	C/U	1	3,000.00	2,550
	INSTALACIÓN DE HIPOCLORADOR Y CASETA DE PROTECCIÓN	C/U	1	800	656
340	<b>FUENTES DE TOMA</b>	<b>C/U</b>	<b>1</b>	<b>333,948.48</b>	<b>333,948.48</b>
34001	<b>OBRAS DE TOMA</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>79,105.97</b>	<b>79,105.97</b>
40021	ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO COMPLETO + E. COLIFORME AGUA P/A. POTABLE	C/U	1	2,240	1,904
40089	ANÁLISIS DE ARSÉNICO	C/U	1	818.97	696.12
40136	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA	C/U	1	2,004.49	1,703.81
94646	PRUEBA DE BOMBEO (CON BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE) ESCALONADA	HRS	12	671.17	6,604.35
96059	PERFORACIÓN DE POZO CON MÁQUINA ROTATIVA (6"-8") EN TODO TIPO DE LITOLOGÍA	PIE	120	240.22	23,637.65
	SELLO CON MATERIAL BENTONITA (ARCILLA COLOIDAL) Y MORTERO 1:1 PARA POZO PERFORADO	PIE	20	145.95	2,481.07
94665	TUBERÍA RANURADA DE PVC Diam = 4" (SCH-40) INSTALADA EN POZO PERFORADO	PIE	80	101.12	6,875.92
96060	TAPÓN HEMBRA DE PVC Diam = 2"	C/U	1	36.09	30.67
94309	TAPÓN HEMBRA DE PVC Diam = 4"	C/U	1	126.14	107.22
95257	TUBERIA CIEGA DE PVC Diam = 4" (SCH-40) INSTALADA EN POZO CON MÁQUINA ROTATIVA	M	54.86	700.37	32,658.94
92341	TUBERIA DE PVC Diam = 2" (SDR-26)	M	54.86	51.60	2,406.22
34002	<b>ESTACIÓN DE BOMBEO</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>93,376.20</b>	<b>93,376.20</b>
95070	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 2.5 HP, Q = 12.52 GPM, CTD = 484.74', 1/60/230v	C/U	1	19,190.40	16,311.84
04273	SARTA DE TUBERÍA DE Ho, Go. + Ho, Fo. + VALVULAS Diam = 1 1/2" PARA ESTACIÓN DE BOMBEO	C/U	1	67,092.04	57,028.24
94977	VALVULA DE CHECK DE Ho. Fo. Diam = 1 1/2" EXTREMOS BRIDADOS	C/U	1	3,344.68	2,842.98
92800	PANEL DE CONTROL DE BOMBA PARA MOTOR DE ARRANQUE DE 1,5 HP, 110/60/220 V	C/U	1	3,302.45	2,807.08
950032	CABLE SUMERGIBLE # 12 X 3	M	50	114.77	4,877.51
95471	ARRANCADOR MAGNETICO DIRECTO (A TENSIÓN COMPLETA) P/MOTOR DE 1,5 HP, 1/60/230V 11-16 AMP	C/U	1	6,363.01	5,408.56
	INSTALACIÓN DE BOMBA Y SARTA CON TODOS SUS ACCESORIOS ( SOLO MANO DE OBRA)	GLB	1	5,000	4,100
34003	<b>CASETA DE CONTROL</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>64,474.10</b>	<b>64,474.10</b>
92022	NIVELETA DOBLE DE 1,50 m x 1,50 m	C/U	4	87.44	286.81
92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M <sup>3</sup>	11.91	55.78	358.73
93398	EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRÉTAMO	M <sup>3</sup>	15.41	71.16	592.13
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M <sup>3</sup>	11.91	49.96	321.30
94392	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT SELECTO A 9 KMS CARGA MANUAL A8INCLUYE DERCHO DE EXPLOTACIÓN)	M <sup>3</sup>	15.41	162.87	2,058.47

93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam = 3/8", # 3	LBS	619	14.97	7,874.15
93353	HIERRO (EN VARILLAS) (GRADO 40) Diam = 1/4", # 2	LBS	230.55	14.97	2,932.77
92286	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	849.55	1.73	1,203.36
92009	CONCRETO SIN REFUERZO DE 3000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M <sup>3</sup>	0.91	2,597.90	2,009.48
92009	CONCRETO REFORZADO DE 3000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M <sup>3</sup>	2.42	2,597.90	5,346.42
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M <sup>3</sup>	3.33	700	1,912.08
	BLOQUE DE 6" X 8" X 16" SIN SISAR	C/U	395	16	5,372
92113	MORTERO ARENA Y CEMENTO PROPORCIÓN 1:4	M <sup>3</sup>	1.85	2,365.00	3,724.89
92091	PARED DE BLOQUE DE 6" X 8" X 16" SIN SISAR	M <sup>2</sup>	17	359.99	5,018.30
92388	FORMALETA PARA FUNDACIONES	M <sup>2</sup>	9.15	227.31	1,768.78
92345	FORMALETA PARA VIGAS	M <sup>2</sup>	9.17	288.27	2,247.77
92346	FORMALETA PARA COLUMNAS (AREA DE CONTACTO)	M <sup>2</sup>	3	237.93	606.71
93595	DESENCOFRRAR FORMALETAS EN VIGAS Y COLUMNAS	M <sup>2</sup>	21.33	23.61	271.89
92119	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC CAL. 26 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA	M <sup>2</sup>	19.30	294	4,823.82
92119	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC CAL. 26 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA (SOLO MANO DE OBRA)	M <sup>2</sup>	19.30	80	1,266.28
93150	FASCIA DE PLYSEM LISO Espesor = 11 mm (APOYADA EN PERLINES Y MADERA ROJA)	M <sup>2</sup>	2	347.49	590.74
95178	FLASHING DE ZINC LISO CAL. 26 DESARROLLO = 0,60 m	M	12.81	130.11	1,416.65
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M <sup>3</sup>	3.33	700	1,982.03
92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M <sup>2</sup>	19.56	151.31	2,426.83
92160	PIQUETE TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M <sup>2</sup>	35.26	16.87	321.25
93622	ACABADO FINO LLANETADO EN LOSA DE CONCRETO	M <sup>2</sup>	11.55	66.29	627.79
93236	PUERTA DE MADERA (ROJA) SÓLIDA DE 1,0 m X 2,10 m CON MARCO + BISAGRAS + CERRADURA + CELOCIA DE 0,2 M	C/U	1	7,514.40	6,387.24
04234	VENTANA ABATIBLE DE MADERA DE PINO Y LAM. ACRILICA TRANSPARENTE Esp. 3 mm (INCL. BISAGRAS + PASADOR + PIN)	M <sup>2</sup>	0.675	1,264.37	725.43
<b>34005</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>58,758.47</b>	<b>58,758.47</b>
93001	ACOMETIDA CON TUBO DE EMT Diam = 1" CON CALAVERA DE EMT Diam = 1" (NO INCLUYE CONDUCTOR)	M	30	184.56	4,706.23
92197	APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA M. DE 2 HOYOS	C/U	1	145.36	123.56
92266	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 4" X 4"	C/U	1	88.37	75.11
92267	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 2" X 4"	C/U	1	51.86	44.08
92269	TUBO CONDUIT FLEXIBLE DE 1/2" FORRADO	M	16	31.46	427.84
92270	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #12 AWG	M	63	18.27	978.41
92543	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #10 AWG	M	27	31.54	723.74
92535	BREAKER DE 2 x 50 AMPERIOS	M	1	444.28	377.63
92558	BREAKER DE 1 x 20 AMPERIOS	C/U	1	175.28	148.98
92649	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO N° 14 AWG	M	18	21.00	321.26
92506	LÁMPARA (O LUMINARIA) FLUORESCENTE DE 1 X20 WATTS CON 1 TUBO	C/U	2	255.78	434.83
92803	ESTRUCTURA ELÉCTRICA VA5-1:RAMAL PRIMARIO;14.4/24.9 KV	C/U	1	3,313.30	2,816.31
92804	ESTRUCTURA ELÉCTRICA VA-5:REMATE SENCILLO;14.4/24.9 KV	C/U	1	1,643.45	1,396.93
94084	ESTRUCTURA ELECTRICA G-105: MONTAJE DE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO (NO INCL. TRANSF.)	C/U	1	6,795.30	5,776.01
92802	TRANSFORMADOR DE 10 KVA, 14,4/24,9 KV, 120/240 KV (NO INCL. ESTRUCTURA) C/U	C/U	1	26,814.47	22,792.30



93456	VARILLA POLO A TIERRA DE COBRE Diam = 5/8", L= CON 10m DE ALAMBRE ELÉCTRICO DE COBRE CABL. # 8 + 5 m DE TUBO	C/U	1	1,243.89	1,057.31
92268	CANALIZACION ELÉCTRICA CON TUBO DE IMC. Diam = 1/2" (INCL. BRIDAS)	M	16	29.10	381.83
93378	CANALIZACION ELECTRICA CON TUBO DE EMT DE 1"" (INCL. BRIDAS)	M	16	39.12	513.22
93687	TOMA CORRIENTE DOBLE POLARIZADO. DE 15 AMP/120V CON PLACA DE BAQUELITA.	C/U	1	54.80	46.58
93820	ESTRUCTURA ELÉCTRICA D1-1:RETENIDA SENC.C/PERNO GUARDACABO Y ANCLA	C/U	1	2,253.39	1,915.38
92650	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE THNH # 6 AWG	M	30	62.24	1,587.03
94209	ESTRUCTURA ELÉCTRICA M2-1 :POLO A TIERRA CON VARILLA DE 5/8" X 8'	C/U	1	1,859.45	1,580.53
94927	PARARRAYOS DE 18 KV	C/U	1	2,278.26	1,936.52
94998	ESTRUCTURA ELÉCTRICA VA-1 SOPORTE SENCILLO ANGULO 0° A 5°, 14.4/24.9 KV	C/U	1	2,347.47	1,995.35
95113	CALAVERA DE EMT Diam = 1", 3 x 10	C/U	1	238.76	202.95
95721	PANEL MONOFASICO 8 ESPACIOS 120/240V. BARRA DE 125 AMPERIOS	C/U	1	2,704.19	2,298.56
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS (SOLO MANO DE OBRA)	GBL	1	5,000	4,100
34008	<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>38,233.74</b>	<b>38,233.74</b>
03607	CERCO (A) DE MALLA CICLÓN CAL 13, H = 6" CON TUBO DE Ho. Go. DE 11/2", 1 HIL DE P.CANT4 HIL ARBO	M	27.5	792.02	18,513.54
02736	PORTON DE TUBO DE Ho. Go. Diam = 11/2" INCL COLUMNAS DE CONCRETO S/VA (5,50m2)	C/U	1	7,523.76	6,395.20
03607	CERCO (A) DE MALLA CICLÓN CAL 13, H = 6" CON TUBO DE Ho. Go. DE 11/2", 1 HIL DE P.CANT4 HIL ARBO (SOLO MANO DE OBRA)	M	27.5	500	11,275
02736	PORTON DE TUBO DE Ho. Go. Diam = 11/2" INCL COLUMNAS DE CONCRETO S/VA (5,50m2) (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	1	2,500	2,050
350	<b>CONEXIONES</b>	C/U	<b>77</b>	<b>2,118.03</b>	<b>163,087.93</b>
35006	<b>CONEXIONES INTRADOMICILIARES</b>	C/U	<b>77</b>	<b>843.03</b>	<b>64,912.93</b>
96070	CONEXIÓN DOMICILIAR CON SILLETA LISA DE PVC DE 11/2" X 1/2" (SDR-13,5) PARA AGUA POTABLE (NO INCL MED) (NO INCL EXCAVACIÓN)	C/U	69	767.65	45,022.93
96071	CONEXIÓN DOMICILIAR CON SILLETA LISA DE PVC DE 2" X 1/2" (SDR-13,5) PARA AGUA POTABLE (NO INCL MED) (NO INCL EXCAVACIÓN)	C/U	8	767.65	5,220.05
	CONEXIÓN DOMICILIAR CON SILLETA LISA DE PVC DE (SDR-13,5) PARA AGUA POTABLE (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	77	232.34	14,669.95
35009	<b>MEDIDORES DE AGUA POTABLE</b>	<b>GLB</b>	<b>77</b>	<b>1,275.00</b>	<b>98,175.00</b>
92978	MEDIDOR DOMICILIAR Diam = 1/2" DE AGUA POTABLE (CON CAJA DE CONCRETO Y TAPA Y ARO DE Ho. Fo.)	C/U	77	1,500.00	98,175.00
355	<b>OTRO TIPO DE OBRAS</b>	<b>GBL</b>	<b>1</b>	<b>3,600.93</b>	<b>3,600.93</b>
04344	COLUMNA DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 0,25 m X 0,25 m, REF 4 # 4 ESTR. #2 FORMALETA PARA 4 CARAS	M³	0.5	2,597.90	1,104.11
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	0.5	700	287
93595	DESENCOFRAR FORMALETAS EN COLUMNAS	M²	7	23.61	89.24
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam = 4/8", # 4	LBS	100	14.97	1,272.08

93353	HIERRO (EN VARILLAS) (GRADO 40) Diam = 1/4", # 2	LBS	50	14.97	636.04
92286	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	150	1.73	212.47
570	<b>CAPACITACIÓN EN AOM (ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>21,334.64</b>	<b>21,334.64</b>
50701	<b>PERSONAL PARA CAPACITAR</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>9,056.14</b>	<b>9,056.14</b>
	PLANIFICAR TALLER DE PLANIFICACIÓN	HRS	12.5	100	1,250
11002	CAPACITADOR (A)	HRS	25	100	2,500
95744	VISITA PERSONAL A DOMICILIO PARA MONITOREO DE CONTENIDO DE CAPACITACIÓN	C/U	76	86.27	6,556.14
70502	<b>MATERIAL DIDÁCTICO</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>6,000</b>	<b>6,000</b>
29488	CARTULINA	C/U	10	5	50
29708	CERTIFICADO DE PARTICIPACIÓN	C/U	20	50	1,000
29484	AFICHE (A COLORES)	C/U	10	20	200
26594	GUÍA METODOLÓGICA DEL CAPACITADOR(A) (AGUA Y SANEAMIENTO)	C/U	1	50	50
29709	FOLLETO HASTA 110 PÁGINAS	C/U	20	220	4,400
29680	CHINCHES (CAJA DE 100 UNIDADES)	C/U	2	13	26
29490	MARCADOR PUNTA GRUESA	C/U	12	12	144
29481	LAPICERO	C/U	10	3	30
29650	PAPELÓGRAFO (PAPEL BOND N°32)	C/U	20	5	100
70503	<b>OTROS</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>6,278.50</b>	<b>6,278.50</b>
92592	REFRIGERIO (GASEOSA 12 ONZAS + EMPAREDAO CON SU SERVILETA)	C/U	50	55.57	2,778.50
	ALMUERZO	C/U	50	70	3,500
	SUBTOTAL				<b>1,380,107.57</b>
	ADMINISTRACIÓN 10%		0.1		138,010.76
	TRANSPORTE 5%		0.05		69,005.38
	UTILIDADES 15%		0.1		138,010.76
	TOTAL			C\$	1,725,134.47
				\$	60,587.58
	CAPACITACIÓN EN AOM			C\$	21,334.64
	COSTOS INDIRECTOS		0.25		5,333.66
	TOTAL			C\$	26,668.30
				\$	936.60
	TOTAL DEL PROYECTO			C\$	1,751,802.77
				\$	61,524.19

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Quien es Responsable del Hogar:

Nombre de la persona

Tipo de Proyecto:

personales: (iniciar con responsable del hogar)

[illegible]

**I. Condiciones de la vivienda** (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o más repuestas)

1. La vivienda es: a) Propia\_\_\_\_\_ b) Prestada\_\_\_\_\_ c) Alquilada\_\_\_\_\_
2. Las paredes son: a) Bloque\_\_\_\_ b) Ladrillo\_\_\_\_ c) Madera\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
3. El piso es: a) Madera\_\_\_\_\_ b) Tierra\_\_\_\_\_ c) Ladrillo\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
4. El techo es: a) Zinc\_\_\_\_\_ b) Teja \_\_\_\_\_c) Madera\_\_\_\_\_ d) Palma\_\_\_\_\_ e) Otros\_\_\_\_\_
5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres \_\_\_\_\_b) Dos\_\_\_\_\_ c) No tiene\_\_\_\_\_
6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena \_\_\_\_\_b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

**II. Situación económica de la familia**

1. Cuantas Personas del hogar trabajan?
2. Dentro de la Comunidad: H \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_
3. Fuera de la comunidad: H\_\_\_\_\_ M\_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_
4. Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C\$ \_\_\_\_\_
5. El último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar? \_\_\_\_\_
6. En que trabajan las personas del hogar?  
a) Ganadería\_\_\_\_\_ b) Agricultura\_\_\_\_\_ c) Jornaleros\_\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_\_ Cual?\_\_\_\_\_
7. Que cultivos realizan?  
a) Arroz\_\_\_\_\_ b) Frijoles\_\_\_\_\_ c) Maíz\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
8. Tienen Ganado?  
Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ Cuanto: a) Vacuno\_\_\_\_\_ b) Equino\_\_\_\_\_ c) Caprino\_\_\_\_\_
9. Tienen animales Domésticos?  
Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ Cuantos: a) Cerdos\_\_\_\_\_ b) Gallinas\_\_\_\_\_
10. Los animales domésticos están?  
a) Encerrados\_\_\_\_\_ b) Amarrados\_\_\_\_\_ c) Sueltos\_\_\_\_\_
11. Los animales domésticos se abastecen de agua en?  
a) El Río\_\_\_\_\_ b) Quebrada\_\_\_\_\_ c) Pozo\_\_\_\_\_

### III. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda (observar, verificar)

1. Tienen Letrina?

Si\_\_\_\_\_ En qué estado se encuentra? a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_ c)

Mala\_\_\_\_\_(verificar) No\_\_\_\_\_

Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. Quienes usan la Letrina?

a) Adultos\_\_\_\_\_ b) Niños/as\_\_\_\_\_ c) Otros familiares\_\_\_\_\_

3. La letrina está construida en suelo?

a) Rocoso\_\_\_\_\_ b) Arenoso\_\_\_\_\_ c) Arcilloso\_\_\_\_\_

4. Que hacen con las aguas servidas de la casa?

a) La riegan\_\_\_\_ b) La dejan correr\_\_\_\_\_ c) Tienen zanja de drenaje\_\_\_\_\_ d)

Tiene filtro para drenaje\_\_\_\_\_

5. Existen charcas en el patio?

a) Si\_\_\_\_\_ (pasar # 19) b) No\_\_\_\_\_

6. Como eliminan las charcas?

a) Drenando \_\_\_\_\_ b) Aterrando\_\_\_\_\_ c) Otros\_\_\_\_\_

### IV. Recursos y servicios de agua

1. Cuentan con servicio de agua?

a) Si\_\_\_\_\_ Cual: \_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ Como se  
abastecen:\_\_\_\_\_ c) Cuanto pagan de agua al  
mes?\_\_\_\_\_

2. Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer\_\_\_\_\_ b) El hombre\_\_\_\_\_ c) Los niños/as\_\_\_\_\_ d) Otros  
\_\_\_\_\_ Quien?\_\_\_\_\_

3. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan  
?\_\_\_\_\_

4. En qué almacena el agua?

a) Barriles\_\_\_\_\_ b) Bidones\_\_\_\_\_ c) Pilas\_\_\_\_\_

5. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados\_\_\_\_\_ b) Destapados\_\_\_\_\_ c) Como\_\_\_\_\_ (verificar)

6. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

7. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor\_\_\_\_\_ b) Tiene mal olor\_\_\_\_\_ c) Tiene mal color\_\_\_\_\_

#### **V. Programa de agua potable y saneamiento rural (pasr)**

1. Conoce el Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural del FISE?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Poco\_\_\_\_\_ Que sabe?\_\_\_\_\_

2. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Porque\_\_\_\_\_

3. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

a) C\$ 20 a 35\_\_\_\_\_ b) C\$ 36 a 50\_\_\_\_\_ c) C\$ 51 a más\_\_\_\_\_

d) No estaría dispuesto/a\_\_\_\_\_ Porque? \_\_\_\_\_

#### **VI. Organización comunitaria:**

1. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Si\_\_\_\_\_ Que tipo? \_\_\_\_\_ a)

Productiva\_\_\_\_\_ b) Social\_\_\_\_\_ c) Religiosa\_\_\_\_\_ d) Otra\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Porque? \_\_\_\_\_

2. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres\_\_\_\_\_ b) Mujeres\_\_\_\_\_ c) Total\_\_\_\_\_

3. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Porque\_\_\_\_\_

## VII. Situación de salud en la vivienda

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuantos).

Enfermedades	-5	6 a15	16 a 25	más 26	Observaciones
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas					

1. Están vacunados los niños y niñas?

Si\_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ Por qué?\_\_\_\_\_

2. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como: Lavado de manos

a)Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Porque?\_\_\_\_\_

Hacen buen uso del Agua

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Por qué?\_\_\_\_\_

Hacen buen uso de la letrina

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Por qué?\_\_\_\_\_

3. Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos/as: Niñas \_\_\_\_\_ Niños\_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_

Fallecidos/as: Niñas \_\_\_\_\_ Niños\_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_

---

Nombre del Encuestador(a)

---

Nombre del Supervisor(a)

## Anexo VI: Análisis de metal pesado



Tel. Fax: (2211-2451)  
Cel. Ofic. 88542550  
Cel. Móvil. 88542644

LABORATORIOS QUIMICOS S.A.

LAQUISA

### INFORME DE ANÁLISIS

**Cliente:** Tecno Bomba, S.A.

**Dirección:** De Ferreteria Briones 4 1/2 c al este

**Nombre muestra:** Pozo Comunal, Comunidad: El Espinal  
Esteli, Perforado Con Máquina, 120 M de  
profundidad, *Uso Consumo Humano.*

**Descripción muestra:** Agua

**Fecha ingreso:** 27/09/2013

**Ref. laboratorio:** Ag-1168-13

**Número de muestreo:**

**Lugar muestreo:**

**Munic./Depto.:** Esteli

**Fecha muestreo:** 26/09/2013

**Fecha informe:** 02/10/2013

**Muestreado por:** Cliente

Análisis	Unidad	Resultado
Sodio	mg/l	15.3
Potasio	mg/l	1.3
Calcio	mg/l	51.3
Magnesio	mg/l	8.1
Carbonatos	mg/l	<2.4
Bicarbonatos	mg/l	190.4
Sulfatos	mg/l	12.4
Cloruros	mg/l	20.3
pH	-	7.07
Conductividad Eléctrica	µS/cm	398.0
Nitritos	mg/l	<0.003
Nitratos	mg/l	1.8
Fosfatos	mg/l	0.45
Dureza Como Carbonato de Calcio	mg/l	161.7
Fluoruros	mg/l	0.43
Arsénico	mg/l	<0.001

LAQUISA, es responsable solo de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.  
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autoriz.

Lic. Benito Gregorio Zapata Amaya  
Gerente



Lic. Indiana Lucia Acosta López  
Responsable de Agua

Página 1 de 3

Carretera León - Managua Km. 83  
Apartado 154 - León, Nicaragua  
laquisa@gmail.com



## Anexo VII: Análisis físico químico para potabilidad



Tel.-fax: (2311-2451)  
Cel. Ofic. 88542550  
Cel. Móvil. 88542644

LABORATORIOS QUIMICOS S.A.

LAQUISA

### INFORME DE ANÁLISIS

**Cliente:** Tecno Bomba, S.A.

**Dirección:** De Ferreteria Briones 4 1/2 c al este

**Nombre muestra:** Pozo Comunal, Comunidad: El Espinal  
Estelí, Perforado Con Máquina, 120 M de  
profundidad. Uso Consumo Humano.

**Descripción muestra:** Agua

**Fecha ingreso:** 27/09/2013

**Ref. laboratorio:** Ag-1168-13

**Número de muestreo:**

**Lugar muestreo:**

**Munic./Depto.:** Estelí

**Fecha muestreo:** 26/09/2013

**Fecha informe:** 02/10/2013

**Muestreado por:** Cliente

Análisis	Unidad	Resultado
Hierro	mg/l	<0,06

LAQUISA, es responsable solo de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.  
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autoriz.

Lic. Benito Gregorio Zapata Amaya  
Gerente



Lic. Indiana Lucia Acosta López  
Responsable de Agua

Página 2 de 3

Carretera León - Managua Km. 83  
Apartado 154 - León, Nicaragua  
laquisa@gmail.com

## Anexo VIII: Análisis bacteriológico sanitario



Tele-fax: (2311-2451)  
Cel. Ofic.: 88542550  
Cel. Móvil: 88542644

LABORATORIOS QUIMICOS S.A.

LAQUISA

### INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Tecno Bomba, S.A.

Dirección: De Ferreteria Briones 4 1/2 c al este

Nombre muestra: Pozo Comunal, Comunidad: El Espinal  
Esteli, Perforado Con Máquina, 120 M de  
profundidad, Uso Consumo Humano.

Descripción muestra: Agua

Fecha ingreso: 27/09/2013

Ref. laboratorio: Ba-1168-13

Número de muestreo:

Lugar muestreo:

Munic./Depto.: Esteli

Fecha muestreo: 26/09/2013

Fecha informe: 03/10/2013

Muestreado por: Cliente

Análisis	Unidad	Resultado
Coliformes Totales	UFC/100ml	19
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0
Escherichia Coli	UFC/100ml	0

LAQUISA, es responsable solo de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.  
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.

Lic. Benito Gregorio Zapata Amaya  
Gerente



Lic. Félix Antonio Jirón Cantillo  
Resp. Bacteriología

Página 3 de 3

Carretera León - Managua Km. 83  
Apartado 154 - León, Nicaragua  
laquisa@gmail.com

## Anexo IX: Informe de prueba de bombeo



### PRUEBA DE BOMBEO MABE EL ESPINA



Dirección: Frente a las Bodegas de la TIP-TOP Carretera Panamericana • Teléfono 2714 1100 • Email: info@tecnobombas.com



- Perforación de Pozos
- Suministros e Instalación de Equipo de Bombeo
- Pruebas de Bombeo a Pozos Artesianos
- Construcción de Sistemas de Agua Potable
- Suministros de Accesorios y Mantenimiento de Piscinas

Construcciones y Serv. R. R. M., S. A.

## PROYECTO "PRUEBA DE BOMBEO MABE EL ESPINAL"

### EL ESPINAL

#### INTRODUCCION

El 28 de Septiembre del 2013 La Alcaldía Municipal de Estelí, contrato los servicios de Tecno bombas, Construcciones y Servicios R.R.M. SA para la ejecución de prueba de bombeo en la comunidad de El Espinal ubicada a en el municipio de Estelí. El objetivo es evaluar la capacidad de producción del pozo, con el propósito de la ejecución de un mini acueducto por bombeo eléctrico para mejorar las condiciones de vida de los integrantes de la comunidad.

Se inicia el 28 de septiembre del 2013 levantando los datos de campo que a continuación se detallan:

#### DATOS DEL POZO

- Profundidad total del pozo \_\_\_\_\_ 36.58 (metros)
- Diámetro del encamisado \_\_\_\_\_ 6" PVC-SDR-26
- Nivel estático del agua \_\_\_\_\_ 0.79 (metros)
- Equipo de perforación \_\_\_\_\_ Maquina rotativa
- Tiempo de perforación \_\_\_\_\_ aproximadamente 3 años.

#### METODOLOGIA

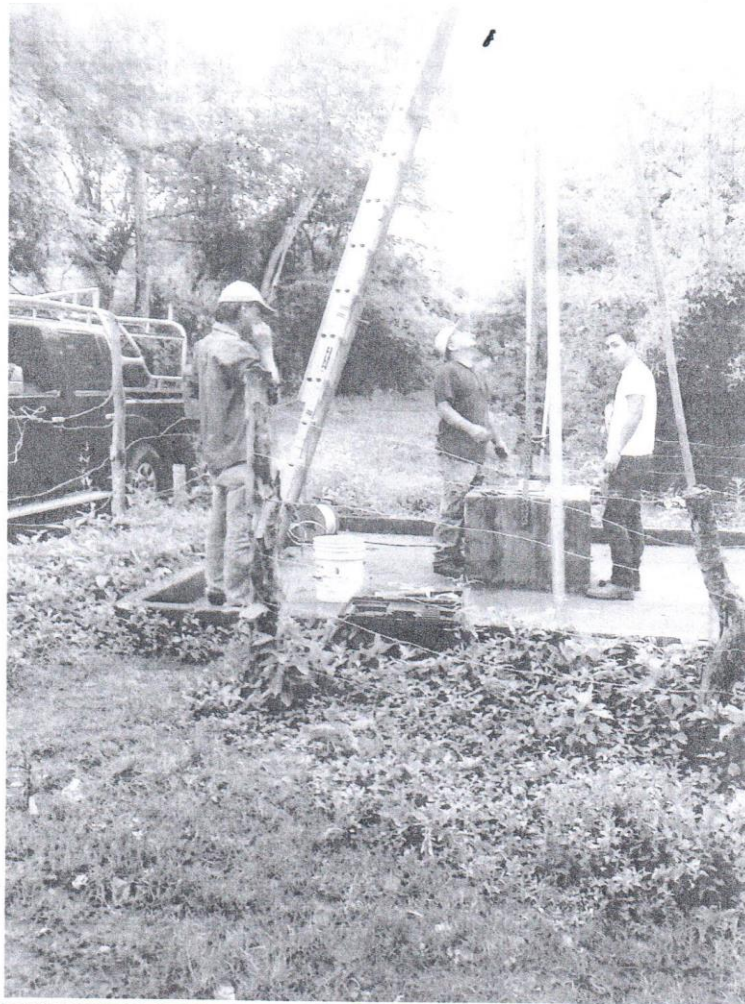
Se ejecuta prueba de bombeo del tipo continua un escalón, la cual consiste en bombeo a descarga libre con un caudal de 70 gpm durante un período de seis horas sin interrumpir. Los datos que se registran son el Descenso vs el Tiempo.

Al finalizar el último y único escalón inmediatamente que se detiene el bombeo se toma el tiempo de recuperación del pozo, posteriormente se procesan los datos obtenidos en un software especial para interpretación de pruebas de bombeo denominado PUMPING TEST, que nos calcula la transmisividad (T), coeficiente de almacenamiento (S), para el cálculo del coeficiente de permeabilidad (K) usamos la siguiente fórmula  $K = T/b$ ; donde T es la transmisividad ( $m^2/día$ ) y b es el espesor saturado del pozo (metros), además se calcula la capacidad específica CE (gpm/m) con la formula  $CE = Q/s$  donde Q, es el caudal de bombeo (gpm); s es la variación de descenso en cada escalón (metros).



**EQUIPO UTILIZADO**

El equipo a utilizado es una bomba sumergible de 50-70 gpm acoplada a motor eléctrico de 5hp/230v/60hz con 30 m de columna de 1 1/4" hg cedula-40, planta eléctrica de 10 kva y sonda eléctrica para medición de niveles, tripode, tecla de 3 toneladas.





- Perforación de Pozos
- Suministros e Instalación de Equipo de Bombeo
- Pruebas de Bombeo a Pozos Artesianos
- Construcción de Sistemas de Agua Potable
- Suministros de Accesorios y Mantenimiento de Piscinas

Construcciones y Serv. R. R. M., S. A.

#### TRABAJO DE CAMPO

El proceso de la prueba se desarrollo en tres etapas, la primera una prueba preliminar durante 30 minutos con el objetivo de estimar la producción del pozo y en que caudal el nivel del pozo se estabiliza, la segunda, levantamiento de datos de campo Descenso vs Tiempo según contrato y especificaciones técnicas, y la tercera etapa de gabinete en el cual se procesan los datos obtenidos en el campo y redacción del informe final.

Iniciamos la prueba preliminar a con  $Q= 30$  Y  $60$  gpm obteniendo un descenso de  $8.02$  m para un rebajamiento de  $7.23$  m durante 30 minutos. Considerando los resultados, seleccionamos un solo caudal de trabajo debidamente autorizados por la supervisión para así ejecutar la prueba continua sin interrumpir.

#### PRIMER $Q1=70$ GPM

- Hora de inicio \_\_\_\_\_ 09:00 hrs
- Hora de finalización \_\_\_\_\_ 15:00 hrs
- Total de bombeo \_\_\_\_\_ 6 horas
- Nivel estático para inicio de la prueba \_\_\_\_\_ 3.09 m
- Caudal de prueba \_\_\_\_\_  $Q= 70$  gpm
- Nivel dinámico del agua \_\_\_\_\_ 10.22 m
- Rebajamiento o abatimiento \_\_\_\_\_ 7.13 m
- Periodo de realización de la prueba \_\_\_\_\_ invierno

#### RESULTADOS

El pozo estaba limpio libre de sedimentos. Durante el desarrollo de la prueba se tomaron las muestras de agua para ser enviadas al laboratorio, en donde se le practicarán análisis físico químico completo, así como metales pesados. (resultados de laboratorio adjuntos)

Al finalizar la prueba se procedió a medir el tiempo de recuperación del pozo durante 10 minutos, tiempo en el cual el pozo se recuperó un nivel estático hasta los  $8.31$  m.

#### ADJUNTO CURVAS DE COMPORTAMIENTO Y PARAMETROS HIDRULICOS DEL POZO RESULTADO DE LOS DATOS DE CAMPO

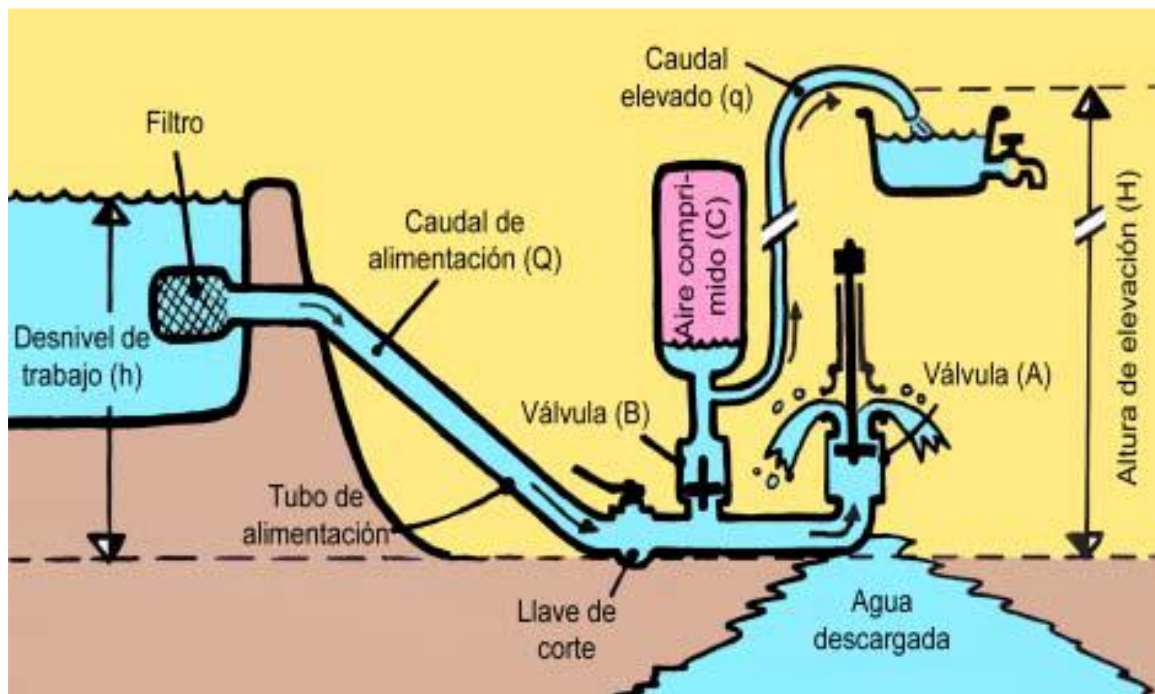
- Rebajamiento o abatimiento total \_\_\_\_\_ 7.13 m
- Coeficiente de permeabilidad \_\_\_\_\_  $K=1.27$  m/día
- Transmisibilidad \_\_\_\_\_  $T= 40$  m<sup>2</sup>/día
- Coeficiente de almacenamiento \_\_\_\_\_  $S= 0.0004$
- Capacidad especifica \_\_\_\_\_  $(Q1) CE=9$  gpm/m
- Capacidad especifica \_\_\_\_\_  $(Q2) CE= 12.24$  gpm/m

Según los resultados obtenidos se recomienda explotar el pozo con un caudal  $Q= 60$  GPM y realizar desinfección total de pozo.

Elaborado por: Tecno bombas, Construcciones y Servicios R.R.M., S.A.  
Dirección: Frente a las Bodegas de la TLP-TOF, Carretera Panamericana • Telefax: 2714 1109 • Esteli, Nic., C. A.

Página 3

## Anexo X: Esquema de Golpe de Ariete



## **Anexo XI: Planos**